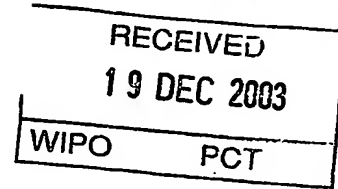


10/536513
Rec'd PCT/PTO 25 MAY 2005
ST/JPO3715286
28.11.03 (#2)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 6 3 0 7 0
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 3 0 7 0]

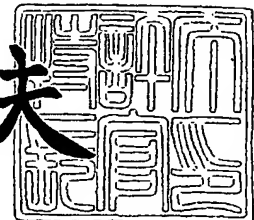
出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 4 5 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 0290791702
【提出日】 平成14年12月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03B 21/00
【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 松井 広明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 谷野 友哉

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 大村 幸生

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転楕円面形状を有し開口端を有する楕円反射鏡と、
上記楕円反射鏡の第 1 焦点上に設置された光源と、
上記楕円反射鏡の開口端に設けられた偏光変換素子と、
上記楕円反射鏡の第 2 焦点の近傍に設置された反射型偏光選択素子と、
上記反射型偏光選択素子を透過した光が入射される第 1 のフライアイインテグ
レータと、

上記第 1 のフライアイインテグレータを経た光が入射される第 2 のフライアイ
インテグレータと、

上記第 2 のフライアイインテグレータを経た光によって照明され、この照明光
を表示画像に応じて変調する反射型空間光変調素子と、

上記反射型空間光変調素子によって反射された光を、この反射型空間光変調素
子による変調に応じて、上記第 2 のフライアイインテグレータ側に戻す光路と投
射光学系に向かう光路とに分岐させる光選択手段と、

上記光選択手段によって上記第 2 のフライアイインテグレータ側に戻された光
を反射して、再び上記反射型空間光変調素子に向かわせる反射板と
を備え、

上記反射型偏光選択素子及び上記反射板は、上記光源からの光が上記楕円反
射鏡により第 2 焦点の近傍に集光されて形成される最小錯乱円の位置に配置されて
おり、

上記投射光学系は、上記光選択手段を経て入射された光を画像投射光として投
射する

ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 上記反射型偏光選択素子及び上記反射板は、一体的に構成され
ていることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】 上記反射型偏光選択素子は、反射型円偏光板であり、上記偏光
変換素子は、四分の一波長板であることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装

置。

【請求項4】 上記反射型偏光選択素子は、反射型偏光板であり、上記偏光変換素子は、二分の一波長板であることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項5】 上記反射型空間光変調素子は、上記光源からの光を時間的に色分割する色選択手段を介して照明され、この色選択手段が選択している色成分に対応する画像情報に基づいて照明光を変調することを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項6】 上記反射型空間光変調素子は、複数設けられており、上記光源からの光を空間的に色分割する色選択手段を介してそれぞれが照明され、各反射型空間光変調素子に対して色選択手段によって選択された色成分に対応する画像情報に基づいて照明光を変調することを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項7】 上記反射板から上記第1のフライアイインテグレート側に反射される光が透過するリレーレンズを備え、

上記第1及び第2のフライアイインテグレートは、これらフライアイインテグレートをなす大きさが等しく一定のピッチで配列された複数のフライアイレンズの中心部分に位置するフライアイレンズが、上記リレーレンズの光軸に対して、少なくともこの光軸に直交する一方向に、各フライアイレンズのピッチの $1/4$ に相当する距離だけずれていることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置。

【請求項8】 上記第1及び第2のフライアイインテグレートは、これらフライアイインテグレートをなす大きさが等しく一定のピッチで配列された複数のフライアイレンズの中心部分に位置するフライアイレンズが、上記投射光学系の光軸に対して、少なくともこの光軸に直交する一方向に、各フライアイレンズのピッチの $1/4$ に相当する距離だけずれており、

上記投射光学系の光軸は、上記リレーレンズの光軸に一致していることを特徴とする請求項7記載の画像表示装置。

【請求項9】 上記第1及び第2のフライアイインテグレートは、上記リレーレンズの光軸を基準として外径部において位置決めされることにより、複数のフ

ライアイレンズの中心部分に位置するフライアイレンズが該リレーレンズの光軸に対して少なくともこの光軸に直交する一方向に各フライアイレンズのピッチの $1/4$ に相当する距離だけずれた位置となされることを特徴とする請求項7記載の画像表示装置。

【請求項10】 上記第1及び第2のフライアイインテグレートは、外径部に、位置決め基準となる位置決め部が設けられていることを特徴とする請求項9記載の画像表示装置。

【請求項11】 上記楕円反射鏡、上記反射型偏光選択素子及び上記反射板をそれぞれ位置決めして保持するとともに、上記第1のフライアイインテグレートを、この第1のフライアイインテグレートの位置決め部において位置決めして保持して、この第1のフライアイインテグレートを上記楕円反射鏡に対して位置決めする第1の鏡筒部と、

上記反射型空間光変調素子及び上記投射光学系をそれぞれ位置決めして保持するとともに、上記第2のフライアイインテグレートを、この第2のフライアイインテグレートの位置決め部において位置決めして保持して、この第2のフライアイインテグレートを上記反射型空間光変調素子に対して位置決めする第2の鏡筒部と、

上記第1のフライアイインテグレート及び上記第2のフライアイインテグレートをそれぞれの位置決め部において位置決めして保持するホルダ部材とを備えていることを特徴とする請求項10記載の画像表示装置。

【請求項12】 上記第1のフライアイインテグレート及び上記第2のフライアイインテグレートをそれぞれの位置決め部において位置決めして保持するホルダ部材と、

上記第1及び第2のフライアイインテグレートのうちの一方を、このフライアイインテグレートの位置決め部において位置決めして保持する鏡筒部とを備えていることを特徴とする請求項10記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照明装置によって照明される反射型空間光変調素子と、この反射型空間光変調素子の像を結像させる投射光学系とを備えた投射型の画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、照明装置と、この照明装置によって照明される反射型空間光変調素子と、この反射型空間光変調素子の像を結像させる投射光学系（投射レンズ）とを備えた投射型の画像表示装置が提案されている。このような画像表示装置は、照明装置の光源として放電ランプを用い、反射型空間光変調素子として液晶素子を用いて、比較的大型の画像表示装置として実用化されている。

【0003】

このような画像表示装置においては、1個の反射型空間光変調素子の各画素にカラーフィルタを配置する構造や、時分割でカラー表示するいわゆるシーケンシャルカラー表示方式を採用することにより、装置の低コスト化が図られてはいるが、光利用効率が低く、消費電力が大きいことが問題となっている。

【0004】

光利用効率が低いことの原因としては、反射型空間光変調素子が入射光の偏光状態を変調する非発光の素子であるため、光源から発せられる光束を偏光成分により分離しその後合成する手段が必要であり、また、自発光の変調素子と違って、黒表示においても光源が発光していること、及び、反射型空間光変調素子の開口率で決まる光利用効率に応じた損失があることなどである。

【0005】

従来の画像表示装置において、光利用効率の向上は、以下のように、この画像表示装置を構成する光学素子等においてなされている。

【0006】

〔偏光成分の分離及び合成について〕

照明装置の光源から発せられた光束を、偏光成分に応じて分離し、また、合成する偏光変換素子として、光源と反射型空間光変調素子との間に配置されるP-S変換素子が知られている。このP-S変換素子は、無機物質からなる多層膜で

構成された偏光分離膜が表面に形成された板ガラスと反射面が表面に形成された板ガラスとを交互に貼り合わせたガラスブロックを、その貼り合わせ面に対して傾斜した切断面に沿って板状に切断して構成したものである。

【0007】

このP-S変換素子に、P偏光及びS偏光が混合した光束を入射させると、偏光分離膜においてP偏光とS偏光とが分離されるので、P偏光とS偏光とは、このP-S変換素子を構成する各層ごとに分離されて出射する。そして、この出射側において、S偏光、もしくは、P偏光に対応した出射部分に、二分の一波長 ($\lambda/2$) 板を配置しておくことにより、P偏光、もしくは、S偏光のうちいずれか一方のみの偏光成分を有する光束が得られる。

【0008】

このようなP-S変換素子及び二分の一波長 ($\lambda/2$) 板を偏光分離装置として用いることにより、入射光の偏光成分を変調する反射型空間光変調素子を照明する照明装置としての光利用効率を改善することができる。

【0009】

この照明装置においては、光源から発せられた光束は、放物面鏡によって反射され、一對のフライアイレンズを経てP-S変換素子に入射される。そして、二分の一波長 ($\lambda/2$) 板及びコンデンサレンズを経て、反射型空間光変調素子に至る。

【0010】

〔反射型偏光板〕

従来より使用されている偏光板は、一方の偏光成分を透過させ、他方の偏光成分については、吸収してしまう。しかし、一方の偏光成分を透過させ、他方の偏光成分については、吸収せずに反射する機能を有する「反射型偏光板」が知られている。このような「反射型偏光板」を偏光変換素子として使用すると、他方の偏光成分については、再び反射させるなどして利用することができ、光利用効率を改善することができる。

【0011】

〔複屈折多層膜を使った直線偏光板〕

複屈折多層膜を使った直線偏光板は、それぞれ屈折率異方性を有し互いに屈折率の異なる2種類のポリマフィルムを多層積層させて延伸することにより作られる。すなわち、積層された2種類のポリマフィルムは、一方の偏光軸方位についての屈折率を互いに一致させ、他方の偏光軸方位についての屈折率は互いに一致していない。そして、このように互いに異なる屈折率について調整することにより、一方の偏光軸方位の偏光を透過させ、これと直交する他方の偏光軸方位の偏光を反射させる「反射型偏光板」を構成することができる。

【0012】

なお、このような「反射型偏光板」は、例えば、「3M社」より、商品名「DBEF」、または、商品名「HMF」として発売されている。

【0013】

〔コレステリック液晶を使った円偏光板〕

コレステリック液晶の選択反射を利用した円偏光板は、例えば、特開平6-281814号公報に記載されているように、コレステリックのピッチが100nm以上変化していることにより、選択反射の波長域を可視域全域とすることが可能である。このようなコレステリック円偏光板を使うことにより、波長依存性のない円偏光板を作製することが可能となる。

【0014】

コレステリック液晶を使った円偏光板とこれを使った偏光変換素子は、例えば、特許2509372号公報に示されている。この発明は、円偏光の特性、すなわち、一回の反射によって位相が180°変化することにより、右回り円偏光は左回り円偏光へと、左回り円偏光は右回り円偏光へと変化することを利用したものである。

【0015】

そして、コレステリック液晶に反射鏡を組み合わせることにより、偏光分離成装置を構成することが可能となる。上述のような直線偏光を使った偏光分離成装置においては、二分の一波長($\lambda/2$)板を必要としたが、円偏光の場合には、二分の一波長($\lambda/2$)板を必要としない。

【0016】

すなわち、光源から発せられた光束は、その出射方向により、コンデンサレンズを介して直接コレステリック液晶に入射するか、あるいは、反射鏡に反射されてから、コンデンサレンズを介してコレステリック液晶に入射する。

【0017】

このとき、一方向の円偏光はコレステリック液晶を透過するが、他方向の円偏光はコレステリック液晶により反射される。このようにしてコレステリック液晶により反射された他方向の円偏光は、反射鏡に反射されることにより、一方向の円偏光となって、再びコレステリック液晶に入射し、このコレステリック液晶を透過する。このようにして、コレステリック液晶を透過した光は、すべて一方向の円偏光となっている。

【0018】

【特許文献1】

特開2002-328430公報

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような照明装置を有する画像表示装置においては、以下のような、種々の問題があった。

【0020】

〔製造プロセス〕

上述のような照明装置は、製造プロセスが複雑であり、製造が煩雑であるとともにコスト高ともなっている。

【0021】

〔コレステリック液晶を使った円偏光板の問題点〕

上述した特開平6-281814号公報に記載されている円偏光板においては、波長依存性はないものの、偏光分離特性としては十分なものとはいえなかった。そのため、画像表示装置として必要なコントラストを得るためには、吸収型の偏光板（他方の偏光を吸収する偏光板）と併用することが必要であった。そのため、光利用効率を向上させることが困難であった。

【0022】

〔コレステリック液晶円偏光板を使った偏光分離装置の問題点〕

上述した特許 2509372 号公報、特開平 6-281814 号公報に記載された照明装置は、実際に光源として使用される放電ランプの反射板（リフレクター）の形状において考えた場合、または、反射型空間光変調素子を照明するものとして考えた場合においては、必ずしも予定された効果が得られるものではなかった。

【0023】

すなわち、実際の放電ランプの反射板の形状は、回転放物面形状、または、回転楕円面形状となっているので、コレステリック液晶からなる偏光分離素子によって光源側に反射された光束は、反射板による反射を 2 回受ける。反射板における一回の反射で生ずる位相変化が 180° として、2 回反射されると、位相が変化しないことになってしまう。

【0024】

さらに、反射板における P 偏光、S 偏光の反射率に差があり、また、光源である放電ランプのガラスチューブを通過することによる位相変化、散乱が生じるため、偏光変換の効果は少なくなってしまう。また、反射板が放物面鏡である場合、焦点位置から発した光束は反射型偏光板で反射された場合に焦点位置に戻るが、焦点位置以外の点から発した光束は、反射型偏光板による反射光が必ずしも発光点に戻らない。

【0025】

また、反射鏡として回転楕円面のミラーを使用した場合において、コレステリック液晶の位置によっては、このコレステリック液晶による反射光は、光源の発光点に戻らずに、放電ランプの電極によって吸収されたり、反射鏡による反射後に角度分布を拡げることになってしまう。角度分布が拡がることは、光源のエテンドュー (Etendue) を大きくすることとなり、照明光の利用効率を低下させる原因となる。

【0026】

上述のように、従来の照明装置における偏光変換素子は、光利用効率の点や、製造コストの点において問題があり、光源に光を戻す手段として十分な効率を得

られるものではなかった。

【0027】

また、反射型偏光板の面積を大きくしなければならない構成を採った場合、この照明装置における光学部品は、非常にコストの高いものになってしまう。さらに、反射型偏光板によって光源側に戻される光によって、反射型空間光変調素子における照度ムラが発生する虞れがある。

【0028】

さらに、反射型空間光変調素子に到達した照明光のうちで、画像表示のためには不要となった光を光源側に戻して、再び反射型空間光変調素子の照明に用いることが考えられる。

【0029】

この場合には、光源から発した光は、例えば、一对のフライアイインテグレータを経て反射型空間光変調素子に到達しているので、再び、これらフライアイインテグレータを経て、光源側に戻る事となる。そして、光源側に戻った光を反射させて再び反射型空間光変調素子側に向かわせるためには、このフライアイインテグレータよりも先にある光学系の光軸を光源側の光軸に対してずらせておく必要がある。

【0030】

このとき、フライアイインテグレータよりも先にある光学系の光軸を、この光軸に直交する縦方向または横方向のうちの一方向のみに移動させた場合には、光源側に戻った光を十分に反射させることが困難であった。

【0031】

また、フライアイインテグレータよりも先にある投射光学系等のすべての光学部品を、フライアイインテグレータまでの光源を含む光学系の光軸に対してずらせるとすると、全体の光学系が一直線上にならないことになる。すると、これら光学系を支持する支持機構の構成が極めて複雑で部品点数の多いものになってしまう。特に、フライアイインテグレータ、コンデンサーレンズ、フィールドレンズなどは、互いのずれ量について高い精度が要求されるので、支持機構に要求される精度が極めて高いものとなってしまう、製造が困難になる。

【0032】

そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、非発光の反射型空間光変調素子と、この反射型空間光変調素子を照明する光源と、投射光学系とを有する画像表示装置であって、構成の複雑化や製造の煩雑化を招来することなく、照明光の利用効率が向上された画像表示装置を提供しようとするものである。

【0033】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するため、本発明に係る画像表示装置は、回転楕円面形状を有し開口端を有する楕円反射鏡と、この楕円反射鏡の第1焦点上に設置された光源と、楕円反射鏡の開口端に設けられた偏光変換素子と、楕円反射鏡の第2焦点の近傍に設置された反射型偏光選択素子と、この反射型偏光選択素子を透過した光が入射される第1のフライアイインテグレータと、この第1のフライアイインテグレータを経た光が入射される第2のフライアイインテグレータと、この第2のフライアイインテグレータを経た光によって照明されこの照明光を表示画像に応じて変調する反射型空間光変調素子と、この反射型空間光変調素子によって反射された光をこの反射型空間光変調素子による変調に応じて第2のフライアイインテグレータ側に戻す光路と投射光学系に向かう光路とに分岐させる光選択手段と、この光選択手段によって第2のフライアイインテグレータ側に戻された光を反射して再び反射型空間光変調素子に向かわせる反射板とを備えている。

【0034】

この画像表示装置においては、投射光学系は、光選択手段を経て入射された光を画像投射光として投射する。

【0035】

そして、この画像表示装置においては、反射型偏光選択素子及び上記反射板は、光源からの光が楕円反射鏡により第2焦点の近傍に集光されて形成される最小錯乱円の位置に配置されていることを特徴とするものである。

【0036】

この画像表示装置においては、反射型空間光変調素子において画像表示のため

には不要となった光が光源側に戻され、さらに、反射板によって、再び反射型空間光変調素子に導かれるので、照明光の利用効率が向上する。

【0037】

そして、この画像表示装置においては、反射型偏光選択素子及び上記反射板は、光源からの光が楕円反射鏡により第2焦点の近傍に集光されて形成される最小錯乱円の位置に配置されているので、反射型偏光選択素子の大きさとしては、極めて小さいもので済むことになる。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0039】

〔画像表示装置の全体的構成〕

本発明に係る画像表示装置は、図1に示すように、回転楕円面形状を有し開口端を有する楕円反射鏡1及びこの楕円反射鏡1の第1焦点上に設置された光源2を備えている。この光源2としては、UHPランプ（超高圧水銀ランプ）の如き放電ランプを用いる。

【0040】

楕円反射鏡1の開口端には、偏光変換素子3が設けられている。この偏光変換素子3は、図2に示すように、光軸を対称軸として放射線状に偶数個の領域に分割された四分の一（ $1/4$ ）波長板、または、二分の一（ $1/2$ ）波長板から構成されている。

【0041】

そして、楕円反射鏡1の第2焦点の近傍には、中央部に開口部26が形成されて円環状となされた反射板4及び反射型偏光選択素子5を挟み込んで構成されたリレーレンズブロック6が配設されている。反射型偏光選択素子5としては、反射型円偏光板、または、反射型偏光板（いわゆる「ワイヤグリッドボラライザ」）を用いる。反射型偏光選択素子5が反射型円偏光板であるときには、偏光変換素子3は、四分の一（ $1/4$ ）波長板により構成する。また、反射型偏光選択素子5が反射型偏光板であるときには、偏光変換素子3は、二分の一（ $1/2$ ）波

長板により構成する。

【0042】

この画像表示装置の光学系においては、上述のように配置された光源2より反射型偏光選択素子5までの部分が、偏光変換部7を構成している。

【0043】

この偏光変換部7においては、偏光変換素子3を経て反射型偏光選択素子5に至った光について偏光分離を行い、この反射型偏光選択素子5において反射された光を、再び偏光変換素子3及び楕円反射鏡1を経て、光源2に戻す。このようにして光源2に戻された光は、アークギャップを通過して楕円反射鏡1の反対側において反射され、再び偏光変換素子3を透過して反射型偏光選択素子5に至る。このとき、この光は、反射型偏光選択素子5を透過する偏光状態に変換されている。このようにして、反射型偏光選択素子5を透過した光は、一定の偏光状態に揃えられる。

【0044】

まず、偏光変換素子3が四分の一（ $1/4$ ）波長板から構成され、反射型偏光選択素子5が反射型円偏光板である場合について説明する。ここで、四分の一（ $1/4$ ）波長板は、広帯域の波長域で機能するものが望ましい。また、反射型円偏光板としては、コレステリック液晶ポリマ円偏光板を使用することができる。なお、各光学素子の空気界面には、反射防止膜が形成されている。

【0045】

偏光変換素子3は、図2に示すように、光軸を対称軸として、放射線状に偶数個の領域3a, 3b, 3c, 3d, 3a', 3b', 3c', 3d'に分割されている。これら各領域の遅相軸は、各領域における中心部と光軸とを結ぶ直線に対して、 45° をなす方向となっており、かつ、光軸を介して対称となる位置関係の領域の遅相軸に対して、直交する方向となっている。

【0046】

光源2から出射された光は、偏光変換素子3の四分の一（ $1/4$ ）波長板を透過することにより円偏光に変化され、反射型円偏光板である反射型偏光選択素子5に至る。このとき、この光の偏光状態は、反射型円偏光板の入射面において一

方向、または、他方向の円偏光となる。そして、この反射型円偏光板においては、一方向の円偏光が光源 2 側に反射される。

【0047】

反射型円偏光板である反射型偏光選択素子 5 により反射された光は、偏光変換素子 3 の四分の一 ($1/4$) 波長板を経て、楕円反射鏡 1 において 2 回反射されて、再び偏光変換素子 3 の四分の一 ($1/4$) 波長板に至る。このとき、この光は、反射型円偏光板により反射された後に透過した偏光変換素子 3 の領域（例えば 3 a）に対して、光軸を介して対称となつる領域（例えば 3 a'）に至る。

【0048】

このようにして、偏光変換素子 3 に至った光は、すでにこの偏光変換素子 3 をなす四分の一 ($1/4$) 波長板を 2 回透過し反射型円偏光板を経ているため、P 偏光もしくは S 偏光に揃った直線偏光状態となっており、位相差を発生していない。したがって、遅相軸が直交する方位となっている四分の一 ($1/4$) 波長板からなる領域を通過することにより、反射型偏光選択素子 5 への初めの入射時とは逆方向の円偏光となり、この反射型偏光選択素子 5 を通過する。このようにして、この偏光変換部においては、偏光の変換が行われる。

【0049】

また、偏光変換素子 3 が二分の一 ($1/2$) 波長板から構成され、反射型偏光選択素子 5 が反射型偏光板である場合についても説明する。この場合にも、偏光変換素子 3 は、光軸を対称軸として、放射線状に偶数個の領域に分割されている。これら各領域の遅相軸は、各領域における中心部と光軸とを結ぶ直線に対して、例えば 45° をなす方向となっており、かつ、光軸を介して対称となる位置関係の領域の遅相軸に対して、直交する方向となっている。

【0050】

光源 2 から出射された光は、偏光変換素子 3 の二分の一 ($1/2$) 波長板を透過することにより偏光方向を回転されて、反射型偏光板である反射型偏光選択素子 5 に至る。そして、この反射型偏光板においては、一方向の直線偏光が光源 2 側に反射される。

【0051】

反射型偏光板である反射型偏光選択素子 5 により反射された光は、偏光変換素子 3 の二分の一 ($1/2$) 波長板を経て、楕円反射鏡 1 において 2 回反射されて、再び偏光変換素子 3 の二分の一 ($1/2$) 波長板に至る。このとき、この光は、反射型偏光板により反射された後に透過した偏光変換素子 3 の領域に対して、光軸を介して対称となっている領域に至る。

【0052】

このようにして、偏光変換素子 3 に至った光は、すでにこの偏光変換素子 3 をなす二分の一 ($1/2$) 波長板を 2 回透過し反射型偏光板を経ているため、P 偏光もしくは S 偏光に揃った直線偏光状態となっており、位相差を発生していない。したがって、遅相軸が直交する方位となっている二分の一 ($1/2$) 波長板からなる領域を通過することにより、反射型偏光選択素子 5 への初めの入射時とは直交する直線偏光となり、この反射型偏光選択素子 5 を透過する。このようにして、この偏光変換部においては、偏光の変換が行われる。

【0053】

なお、楕円反射鏡 1 は、凸レンズと組み合わせた放物面鏡に代えることができる。この場合には、光源から発せられた光が放物面鏡によって平行光束となされ、この平行光束が凸レンズによって集光される。そして、この凸レンズの焦点の近傍に、リレーレンズブロック 6 が配設される。

【0054】

この偏光変換部 7 において、反射型円偏光板としては、複屈折多層膜を使った直線偏光板を用いることができる。この反射型偏光板は、屈折率の異なる 2 種類のポリマーフィルムを多層積層延伸することによって作られる。2 種類のポリマーフィルムの一方向の屈折率を一致させ、他方向の屈折率を調整することにより、一方の偏光軸方位の偏光を透過し、それと直交する方位の偏光を反射させる素子となる。この技術を使った直線偏光板は、例えば「3M」社より、商品名「DBEF」、または、「HMF」として実用化されている。

【0055】

また、反射型偏光板である「ワイヤーグリッドポラライザ」は、ガラス基板上にストライプ状のアルミ層を配置した構造を有し、一方の直線偏光を反射し、他

方の直線偏光を透過するものである。このような「ワイヤーグリッドポラライザ」は、例えば、「Moxtek」社により実用化されている。

【0056】

上述のような偏光変換部を経た光束は、次に、図1に示すように、リサイクル光学系8に入射する。このリサイクル光学系8においては、反射型偏光選択素子5を透過した偏光変換された光が、第1及び第2のフライアイインテグレータ9、10、フィールドレンズ11、色選択手段となる色選択素子12及び広波長帯域に対応した偏光ビームスプリッタ(PBS)13を経て、第1及び第2の反射型空間光変調素子14、15に至る。

【0057】

第1及び第2のフライアイインテグレータ9、10は、それぞれ、一の面が凸レンズ、他の面がフライアイレンズ面となされて一体型に形成されており、互いにフライアイレンズ面を対向させて配設されている。

【0058】

色選択素子12は、特定の波長域の光(例えば、赤色の光束)のみを選択して偏光軸を回転させ、他の波長域の光(例えば、青色及び緑色の光束)の偏光方向と異なる方向とさせる素子である。このような色選択素子12は、周知となっているものであり、例えば、カラーリンク社より「カラーセレクト」の名称で、すでに商品化もされている。

【0059】

また、第1の反射型空間光変調素子14の入射側には、反射型カラーフィルタ16が設けられている。この反射型カラーフィルタ16は、無機材料から構成されたものを用いることができるが、有機材料から構成されたものであってもよい。

【0060】

このリサイクル光学系8においては、偏光ビームスプリッタ13の反射面において、2色の光束(例えば、青色及び緑色の光束)を反射させ、第1の反射型空間光変調素子14を照明する。この2色の光束は、偏光ビームスプリッタ13の反射面に対してS偏光となっている。この2色の光束は、反射型カラーフィルタ

16によって選別されて、各色に対応する画素のみに照射され、照射されない成分は反射される。

【0061】

また、このリサイクル光学系8においては、偏光ビームスプリッタ13の反射面において、残る1色の光束（例えば、赤色の光束）を透過させ、第2の反射型空間光変調素子15を照明する。この1色の光束は、偏光ビームスプリッタ13の反射面に対してP偏光となっている。

【0062】

すなわち、このリサイクル光学系8においては、色選択素子12及び偏光ビームスプリッタ13の反射面が、光源からの光を空間的に色分割する色選択手段を構成している。また、反射型カラーフィルタ16も、色選択素子12及び偏光ビームスプリッタ13の反射面によって選択された光をさらに空間的に色分割する色選択手段となっている。

【0063】

第1の反射型空間光変調素子14において変調された光は、偏光ビームスプリッタ13の反射面に対するP偏光となってこの第1の反射型空間光変調素子14により反射され、偏光ビームスプリッタ13の反射面を透過して投射レンズ17に入射し、この投射レンズ17によって図示しないスクリーンに向けて投影される。この第1の反射型空間光変調素子14において変調されずに第1の反射型空間光変調素子14により反射された光は、反射型カラーフィルタ16によって反射された光とともに、偏光ビームスプリッタ13の反射面において反射されて、光源2側に戻る。

【0064】

また、第2の反射型空間光変調素子15において変調された光は、偏光ビームスプリッタ13の反射面に対するS偏光となってこの第2の反射型空間光変調素子15により反射され、偏光ビームスプリッタ13の反射面により反射されて投射レンズ17に入射し、この投射レンズ17によって図示しないスクリーンに向けて投影される。この第2の反射型空間光変調素子15において変調されずに第2の反射型空間光変調素子15により反射された光は、偏光ビームスプリッタ1

3の反射面を透過して、光源2側に戻る。

【0065】

このように、このリサイクル光学系8においては、反射型カラーフィルタ16において選択されて透過する光以外の反射光、及び、反射型空間光変調素子14、15において色信号に基づく画像表示に使用されない非変調光は、光源2側に戻っていくこととなる。

【0066】

なお、この画像表示装置の光学系においては、光源2と、第1のフライアイインテグレータ9のフライアイレンズ面及び各反射型空間光変調素子14、15とがそれぞれ共役の関係となっており、また、リレーレンズブロック6と、第2のフライアイインテグレータ10のフライアイレンズ面とが共役の関係になっている。

【0067】

そして、この実施の形態においては、2板の反射型液晶表示素子を反射型空間光変調素子14、15として用いている。この反射型空間光変調素子14、15は、例えば、図3に示すように、基板19、反射型カラーフィルタ16、透明電極20、配向層21、液晶層22、配向層23、反射電極24、アクティブマトリクス基板25が順次積層されて構成されている（なお、第2の反射型空間光変調素子15には、反射型カラーフィルタ16は設けられていない）。反射電極24は、有効画素範囲に対応して形成されている。

【0068】

この反射型空間光変調素子14、15においては、有効画素範囲の周辺の無効領域を反射部として形成するようにしてもよい。この場合には、有効画素範囲から外れた照明光を反射部によって反射して光源側に戻すことができる。

【0069】

この画像表示装置において、反射型空間光変調素子14、15を照明する光は、まず、反射型カラーフィルタ16において、このカラーフィルタ16を透過しない不要光が反射される。例えば、赤色（R）用のカラーフィルタにおいては、青色（B）または、緑色（G）の光が反射され、光源側に戻る。また、反射型空

間光変調素子を照明する光は、一定の方向の偏光、すなわち、偏光ビームスプリッタ13の反射面に対するS偏光、または、P偏光に揃えられている。そして、表示画像に応じて偏光状態を変換された光は、上述のように投射レンズに向かうが、偏光状態を変換されなかった光は、偏光ビームスプリッタ13の反射面を経て、光源側に戻される。このようにして光源側に戻った光は、リレーレンズブロック6に支持された反射板4によって反射されて、再び反射型空間光変調素子14, 15を照明するので、光源からの光の利用効率が向上することとなる。

【0070】

なお、この画像表示装置において、反射型空間光変調素子14, 15は、上述のように反射型カラーフィルタを備えた反射型液晶表示素子に限定されず、反射型カラーフィルタを用いた「HTPS」（高温ポリシリコンなどの透過型液晶タイプ）を使用することも可能である。さらに、反射型空間光変調素子14, 15としては、いわゆる「フィールドシーケンシャル方式」や「カラーホイール方式」のものも用いることができる。これらは、1つの反射型液晶表示素子が時間的に色分割する色選択手段を介して照明されることにより、時分割的に複数の色成分に基づく変調を行うものである。

【0071】

さらに、本発明によれば、色選択素子12から先の光学系において、特定の色、または、非変調光などを選別して光を反射する手段が設けられている全ての画像表示装置において、光を再利用して光利用効率を向上させることが可能である。

【0072】

そして、この画像表示装置においては、図1に示すように、各フライアイインテグレート9, 10が、光学系全体の光軸（リレーレンズブロック6、フィールドレンズ11及び投射レンズ17の一致した光軸）に対して、この光軸に直交する方向に所定距離だけずれている。すなわち、各フライアイインテグレート9, 10は、これらフライアイインテグレート9, 10のフライアイレンズ面をなす大きさが等しく一定のピッチで配列された複数のフライアイレンズの中心部分に位置するフライアイレンズが、リレーレンズブロック6の光軸に対して、少なく

ともこの光軸に直交する一方向に、各フライアイレンズのピッチの $1/4$ に相当する距離だけずれている。

【0073】

フライアイレンズ面における複数のフライアイレンズは、縦横にマトリクス状に配列されているので、これらフライアイインテグレータ 9, 10 の光軸に対するずれの方向は、フライアイレンズが配列されている縦方向、または、フライアイレンズが配列されている横方向、あるいは、これら縦方向及び横方向のそれぞれについて $1/4$ ピッチずつであってもよい。縦方向及び横方向のそれぞれについて $1/4$ ピッチずつずらした場合には、ずれの距離は、 $(\sqrt{2})/4$ ピッチとなる。

【0074】

このように各フライアイインテグレータ 9, 10 が光軸に対してずれていることにより、この画像表示装置においては、図 4 に示すように、各空間光変調素子 14, 15 側から光源 2 側に戻された光束は、各空間光変調素子 14, 15 に向かう光に対して、各フライアイレンズのピッチの $1/2$ に相当する距離だけ光軸がずれることになる。なお、この図 4 においては、光源 2 側に戻る光の経路を明確にするために、フィールドレンズ 11 以降の光学系をリファレンスマirror 18 に置き換えて示している。

【0075】

すなわち、各空間光変調素子 14, 15 に向かう往路において第 2 のフライアイインテグレータ 10 において各フライアイレンズの頂点を透過した光束は、各空間光変調素子 14, 15 より戻される復路においては、第 2 のフライアイインテグレータ 10 において各フライアイレンズの境目（谷間）の位置に戻され、往路の光線と分離される。すると、第 2 のフライアイインテグレータ 10 のフライアイレンズ面と共役の関係にあるリレーレンズブロック 6 においては、往路の光束が通過する反射板 4 の開口部 26（反射型偏光選択素子 5）からずれた位置に光束が戻り、戻った光は反射板 4 によって反射されることになる。そして、この光は、再び、各反射型空間光変調素子方向 14, 15 の側に戻り、これら反射型空間光変調素子方向 14, 15 を照明することとなる。

【0076】

ここで、この画像表示装置において、光源2から発せられる光の利用効率について示す。すなわち、図5の上段のグラフに示すように、この画像表示装置においては、リレーレンズブロック6において往路の光束が通過する反射板4の開口部（反射型偏光選択素子5）の径が大きいほど、光源2から直接、（初めて）反射型空間光変調素子14、15を照明する光（「0次照明光」）の使用効率は向上する（この実施の形態では、反射板4の開口部の径が9mmにおいて、光源のエネルギーを100%として、約73%である）。

【0077】

また、この画像表示装置においては、リレーレンズブロック6において往路の光束が通過する反射板4の開口部26の径（反射型偏光選択素子5の径）が適度な大きさであるときに、反射型空間光変調素子14、15側より光源2側に1回以上戻り、再び反射型空間光変調素子14、15を照明する光（「リサイクル光」）の使用効率が極大値をとる（この実施の形態では、反射板4の開口部の径が6mmにおいて、光源のエネルギーを100%として、約50%である）。

【0078】

これは、この設計例においては、反射板4の開口部26の径が6mmのときが、「リサイクル光」の使用効率（リサイクル効率）と、0次照明光の使用効率とがバランスがとれて、ちょうど良い径であるということである。

【0079】

次に、リレーレンズブロック6における反射板4の開口部26の半径と、光源2から発せられる光の利用効率（照明効率）との関係について説明する。

【0080】

図5の下段のグラフに示すように、横軸に非反射面面積の占める割合をとると、反射面の面積が多い5%付近では、照明効率は、約200%となる。また、非反射面面積が100%では、照明効率は、約110%程度になる。

【0081】

なお、このデータは、反射型空間光変調素子の大きさ（対角線）が0.75インチで、照明光学系のF値が2.4である2板型の画像表示装置における場合で

ある。

【0082】

そして、通常は、2板の反射型空間光変調素子を用いる場合は、一方の反射型空間光変調素子上に、例えば、緑色（G）と青色（B）のカラーフィルタを並べる。カラーフィルタが反射型であって、反射型空間光変調素子の開口率などを考慮すると、反射面は65%以上となり、非反射面面積が35%となるので、最低でも1.5倍、最高では2倍まで照明効率を上げることができる。

【0083】

また、他方の反射型空間光変調素子は、例えば、赤色（R）のカラーフィルタだけを並べるので、カラーフィルタの部分の面積を緑色（G）と青色（B）に対して2倍近くまで上げられ、照明効率も2倍に上がる。さらに、赤色（R）のピーク輝度は、反射面の面積によって、さらに1.1～2倍までになる。

【0084】

〔リレーレンズの最適な位置及び構成について〕

この画像表示装置において、中央部に開口部を有する反射板4及び反射型偏光選択素子5を挟み込んで構成されたリレーレンズブロック6の位置は、必ずしも楕円反射鏡1の第2焦点上の位置が最良とは限らない。すなわち、このリレーレンズブロック6を楕円反射鏡1の第2焦点の位置よりも光源2側に接近させることにより、反射板4の開口部を通過した光束の利用効率を向上させ、反射型空間光変調素子の照明効率（リサイクル効果）を向上させることができる場合がある。

【0085】

これは、光源となる放電ランプのバルブ電極が、1mm乃至1.5mm程度のアークギャップを有しているため、この光源からの出射光が楕円反射鏡1の第2焦点の位置において必ずしも最小錯乱円にならないためである。

【0086】

すなわち、光源からの出射光が最小錯乱円となる位置にリレーレンズブロック6を配置することにより、照明効率を向上させることができる。また、この場合には、反射型偏光選択素子5やリレーレンズブロック6のサイズ（径）をより小

さくすることが可能となり、部品コストを低減することができる。なお、最小錯乱円の位置は、第2焦点よりも光源側である場合が多い。

【0087】

リレーレンズブロック6は、図6に示すように、一方のリレーレンズ6aの中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、他方のリレーレンズ6bに円形の開口部を有する反射板4を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0088】

また、リレーレンズブロック6は、図7に示すように、一方のリレーレンズ6aに円形の開口部を有する反射板4を取付け、他方のリレーレンズ6bの中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0089】

また、リレーレンズブロック6は、図8に示すように、他方のリレーレンズ6bに円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで一方のリレーレンズ6aを貼り合わせて構成することができる。

【0090】

また、リレーレンズブロック6は、図9に示すように、一方のリレーレンズ6aに円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで他方のリレーレンズ6bを貼り合わせて構成することができる。

【0091】

そして、リレーレンズブロック6は、図10に示すように、一方のリレーレンズ6aの中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、他方のリレーレンズ6bに円形の開口部を有する反射板4を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0092】

また、リレーレンズブロック6は、図11に示すように、一方のリレーレンズ6aに円形の開口部を有する反射板4を取付け、他方のリレーレンズ6bの中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0093】

また、リレーレンズブロック6は、図12に示すように、他方のリレーレンズ6bに円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで一方のリレーレンズ6aを貼り合わせて構成することができる。

【0094】

また、リレーレンズブロック6は、図13に示すように、一方のリレーレンズ6aに円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで他方のリレーレンズ6bを貼り合わせて構成することができる。

【0095】

さらに、リレーレンズブロック6は、図14に示すように、一方のリレーレンズ6aの中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、他方のリレーレンズ6bに長方形の開口部を有する反射板4を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0096】

また、リレーレンズブロック6は、図15に示すように、一方のリレーレンズ6aに長方形の開口部を有する反射板4を取付け、他方のリレーレンズ6bの中央部に円形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0097】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 16 に示すように、他方のリレーレンズ 6 b に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に円形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで一方のリレーレンズ 6 a を貼り合わせて構成することができる。

【0098】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 17 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に円形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで他方のリレーレンズ 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0099】

さらに、リレーレンズブロック 6 は、図 18 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a の中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、他方のリレーレンズ 6 b に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで各リレーレンズ 6 a, 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0100】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 19 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付け、他方のリレーレンズ 6 b の中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで各リレーレンズ 6 a, 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0101】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 20 に示すように、他方のリレーレンズ 6 b に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで一方のリレーレンズ 6 a を貼り合わせて構成することができる。

【0102】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 21 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a に長方形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に長方形の

反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで他方のリレーレンズ 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0103】

そして、リレーレンズブロック 6 は、図 22 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a の中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、他方のリレーレンズ 6 b に斜めの矩形の開口部を有する反射板 4 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで各リレーレンズ 6 a, 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0104】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 23 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a に斜めの矩形の開口部を有する反射板 4 を取付け、他方のリレーレンズ 6 b の中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで各リレーレンズ 6 a, 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0105】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 24 に示すように、他方のリレーレンズ 6 b に斜めの矩形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで一方のリレーレンズ 6 a を貼り合わせて構成することができる。

【0106】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 25 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a に斜めの矩形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで他方のリレーレンズ 6 b を貼り合わせて構成することができる。

【0107】

そして、リレーレンズブロック 6 は、図 26 に示すように、一方のリレーレンズ 6 a の中央部に長方形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、他方のリレーレンズ 6 b に斜めの略々矩形の糸巻き型の開口部を有する反射板 4 を取付け、これら反射型偏光選択素子 5 及び反射板 4 を挟み込んで各リレーレンズ 6 a, 6 b を貼り

合わせて構成することができる。

【0108】

また、リレーレンズブロック6は、図27に示すように、一方のリレーレンズ6aに斜めの略々矩形の糸巻き型の開口部（反射部分が開口部側に円弧状に膨出している）を有する反射板4を取付け、他方のリレーレンズ6bの中央部に長方形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで各リレーレンズ6a, 6bを貼り合わせて構成することができる。

【0109】

また、リレーレンズブロック6は、図28に示すように、他方のリレーレンズ6bに斜めの略々矩形の糸巻き型の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に長方形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで一方のリレーレンズ6aを貼り合わせて構成することができる。

【0110】

また、リレーレンズブロック6は、図29に示すように、一方のリレーレンズ6aに斜めの略々矩形の糸巻き型の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に長方形の反射型偏光選択素子5を取付け、これら反射型偏光選択素子5及び反射板4を挟み込んで他方のリレーレンズ6bを貼り合わせて構成することができる。

【0111】

さらに、リレーレンズブロック6は、図30に示すように、リレーレンズとは別体の円形の平面板6cの光源側に円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、この平面板を各リレーレンズ6a, 6b間に挟んで構成することができる。

【0112】

また、リレーレンズブロック6は、図31に示すように、リレーレンズとは別体の円形の平面板6cの光源とは反対側に円形の開口部を有する反射板4を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子5を取付け、この平面板を各リレーレンズ6a, 6b間に挟んで構成することができる。

【0113】

さらに、リレーレンズブロック 6 は、図 3 2 に示すように、リレーレンズとは別体の矩形の平面板 6 c の光源側に円形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、この平面板を各リレーレンズ 6 a, 6 b 間に挟んで構成することができる。

【0114】

また、リレーレンズブロック 6 は、図 3 3 に示すように、リレーレンズとは別体の矩形の平面板 6 c の光源とは反対側に円形の開口部を有する反射板 4 を取付けるとともに、中央部に矩形の反射型偏光選択素子 5 を取付け、この平面板を各リレーレンズ 6 a, 6 b 間に挟んで構成することができる。

【0115】

〔光学的部品配置位置について〕

この画像表示装置においては、反射型偏光選択素子 5 からフライアイインテグレータ 9, 10 までの光路長及びこのフライアイインテグレータ 9, 10 から反射型空間光変調素子 14, 15 までの光路長を等しくすると、反射型偏光選択素子 5 の位置における光線の角度と、反射型空間光変調素子 14, 15 の位置における光線の角度とが、略々一致することとなる。

【0116】

このように構成すると、反射型偏光選択素子 5 が、反射型空間光変調素子 14, 15 に対する入射光を偏光選択する偏光板の機能を果たすことになり、表示画像のコントラストを改善することができる。さらに、反射型空間光変調素子 14, 15 において入射側の偏光板を省略することができ、部品コストの低廉化を図ることができる。

【0117】

〔色再生時のリサイクル光による照度ムラの改善について (1) 〕

第 1 のフライアイインテグレータ 9 側のリレーレンズ 6 b の焦点距離及びフィールドレンズ 11 の焦点距離が、図 3 4 に示すように、第 1 のフライアイインテグレータ 9 及び反射板 4 間の距離となっている場合、色再生時のリサイクル光においては、照度ムラが目立つ状態になる。これは、反射型空間光変調素子側にお

いて反射されてリサイクルされる光が、再び同じ位置を照明してしまうためである。なお、この図34中において、(a)はリレーレンズ6からリファレンスミラー18までの光路を示し、(b)はリレーレンズ6から第1のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、(c)はリレーレンズ6と第1のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【0118】

このような照度ムラを回避するため、図35及び図36に示すように、反射板4に備えられたレンズの曲率 R_1 、板厚 D_1 、屈折率 n 、もしくは、第1のフライアイインテグレート9の光源2側にあるレンズの曲率 R_2 、さらには第1のフライアイインテグレート9の硝子板厚 D_2 、屈折率などを適宜設定することにより、第1のフライアイインテグレート9側のリレーレンズ6bの焦点距離及びフィールドレンズ11の焦点距離を第1のフライアイインテグレート9及び反射板4間の距離からずらすことができる。図35に示す構成では、第1のフライアイインテグレート9側のリレーレンズ6bの焦点距離を相対的に短くしている。なお、この図35中において、(a)はリレーレンズ6からリファレンスミラー18までの光路を示し、(b)はリレーレンズ6から第1のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、(c)はリレーレンズ6と第1のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【0119】

図36に示す構成では、同リレーレンズ6bの焦点距離を相対的に長くしている。これにより、反射型空間光変調素子側において反射されてリサイクルされる光が、より広い範囲を照明するようになり、照度ムラが解消される。なお、この図36中において、(a)はリレーレンズ6からリファレンスミラー18までの光路を示し、(b)はリレーレンズ6から第1のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、(c)はリレーレンズ6と第1のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【0120】

〔色再生時のリサイクル光による照度ムラの改善について(2)〕

また、リレーレンズブロック6の反射板4からリサイクル光を第1のフライア

イインテグレータ9に再入射させる場合に、図37及び図38に示すように、フライアイレンズの境界部分に入射するようにすると、このリサイクル光は、隣接する2個、または、4個のフライアイレンズによって分離されるので、反射型空間光変調素子においても分離された位置を照明し、照度ムラが解消される。

【0121】

このような照明を実現するための構成としては、図37及び図38に示すように、リレーレンズブロック6までの光学素子の光軸をフライアイレンズの1/4ピッチ分ずらすとともに、フィールドレンズ以降の光学素子の光軸をフライアイレンズの1/4ピッチ分反対側にずらすものが考えられる。図37はリレーレンズブロック6までの光学素子の光軸を縦方向のみの一方向にずらしたものであり、図38はリレーレンズブロック6までの光学素子の光軸を縦方向及び横方向の二方向にずらしたものである。

【0122】

また、図39及び図40に示すように、上述した実施の形態のように、各フライアイインテグレータ9、10の位置を、その前後の光軸に対して1/4ピッチ分ずらす構成が考えられる。このように、フライアイインテグレータ9、10の位置をずらした場合には、これらフライアイインテグレータ9、10の前後の光学系の光軸を一致させることができ、設計、製造が容易となる。図39はフライアイインテグレータ9、10の位置を縦方向のみの一方向にずらしたものであり、図40はフライアイインテグレータ9、10の位置を縦方向及び横方向の二方向にずらしたものである。

【0123】

さらに、光軸のずらし方として、反射型空間光変調素子の短辺方向及び長辺方向のうちの片方向のみにずらす構成と、両方向にずらす構成が考えられる。後者の「両方向にずらす構成」においては、リサイクル光は、4個のフライアイレンズがその四隅で接する境界部に入射することになり、隣接する4個のフライアイレンズにより、4本に分離されて反射型空間光変調素子を照明する。

【0124】

なお、この画像表示装置においては、図41及び図42に示すように、このよ

うな光学素子の光軸に対する移動（ずれ）と、上述したリレーレンズ 6 b の焦点距離の調整とを組合わせて、リサイクル光の照度ムラを改善することができる。図 4 1 は第 1 のフライアイインテグレート 9 側のリレーレンズ 6 b の焦点距離を相対的に短くしたものであり、図 4 2 は第 1 のフライアイインテグレート 9 側のリレーレンズ 6 b の焦点距離を相対的に長くしたものである。

【0125】

〔フライアイインテグレート 9 の位置を反射型空間光変調素子の短辺方向及び長辺方向の両方向にフライアイレンズの 1/4 ピッチ分ずらした場合の効果〕

上述のように、この画像表示装置においては、リサイクル光を光源側に戻すために、フライアイインテグレート 9、10 の位置をフライアイレンズの 1/4 ピッチ分、光軸に直交する方向にずらしている。

【0126】

ここで、フライアイインテグレート 9、10 をずらす方向を、反射型空間光変調素子の短辺方向及び長辺方向のいずれか一方向のみであるとする。この場合、リレーレンズブロック 6 の反射板 4 においては、図 4 3 及び図 4 4 に示すように、リサイクル光は、反射板 4 の開口穴の上下位置、または、左右位置に戻るようになる。この場合には、リサイクル光の一部は、再び開口部を通して光源側に戻ってしまう。

【0127】

そして、フライアイインテグレート 9、10 をずらす方向を、反射型空間光変調素子の短辺方向及び長辺方向の両方向であるとする。すると、リレーレンズブロック 6 の反射板 4 においては、図 4 5 に示すように、リサイクル光は、反射板 4 の開口穴の右上位置、右下位置、左上位置及び左下位置に戻るようになる。この場合には、リサイクル光が反射板 4 にあたる効率が高くなっており、往路の光とよく分離され、開口部を通して光源側に戻ってしまう光量は極めて少ない。

【0128】

したがって、このように、フライアイインテグレート 9、10 を反射型空間光変調素子の短辺方向及び長辺方向の両方向にずらしたほうが、照明光の利用効率を高くすることができる。

【0129】

〔フライアイインテグレータの形状及び支持構造〕

上述のような画像表示装置の光学系を精度良く組み立てるには、各フライアイインテグレータ9、10は、フライアイレンズ面とレンズとが互いに反対面となされて一体成型された部品を用いることが有効である。

【0130】

なお、このようにフライアイレンズ面とレンズとを一体成型することは、リサイクル光の表面反射を軽減し、照明光の利用効率を高める効果もある。

【0131】

また、これらフライアイインテグレータ9、10において、各フライアイレンズ面が、このフライアイインテグレータ9、10の外径部を基準として、所定の距離だけ光軸からずらされて形成されていれば、この外径部を基準として組み立てることによって各フライアイレンズ面が所定の距離だけ光軸からずれて位置決めされるので、組立が容易になる。

【0132】

すなわち、通常のフライアイインテグレータにおいては、図46及び図47に示すように、フライアイレンズ面は、フライアイインテグレータの外径部に対して対象な位置に形成されている。図46は、フライアイレンズの数が奇数である場合を示しており、図47は、フライアイレンズの数が偶数である場合を示している。

【0133】

そして、この画像表示装置におけるフライアイインテグレータ9、10は、図48、図49及び図50に示すように、フライアイレンズ面が、フライアイインテグレータ9、10の外径部に対してすでに所定の距離だけずれた状態で形成されている。図48は、フライアイレンズ面が反射型空間光変調素子の長辺（横）方向にずれているものを示し、図49は、フライアイレンズ面が反射型空間光変調素子の短辺（縦）方向にずれているものを示し、図50は、フライアイレンズ面が反射型空間光変調素子の長辺（横）方向及び短辺（縦）方向の両方にずれているものを示している。

【0134】

そして、画像表示装置においては、第1及び第2のフライアイインテグレータ9, 10は、フライアイレンズ面を互いに対向させて配置される。したがって、第1及び第2のフライアイインテグレータ9, 10は、互いの外径部を同軸状に合わせて、フライアイレンズ面を互いに対向されて設置された状態で、互いのフライアイレンズ面が空間的に同一方向にずれていることとなるように、形成されている。

【0135】

すなわち、フライアイレンズ面を反射型空間光変調素子の長辺（横）方向にずらす場合においては、図51に示すように、第1のフライアイインテグレータ9のフライアイレンズ面が外径部に対して一方向にずれているのに対し、第2のフライアイインテグレータ10のフライアイレンズ面は外径部に対して他方向にずれている。

【0136】

同様に、フライアイレンズ面を反射型空間光変調素子の短辺（縦）方向にずらす場合においては、図52に示すように、第1のフライアイインテグレータ9のフライアイレンズ面が外径部に対して上（または下）方向にずれているのに対し、第2のフライアイインテグレータ10のフライアイレンズ面も、外径部に対して上（または下）方向にずれている。

【0137】

さらに、フライアイレンズ面を反射型空間光変調素子の長辺（横）方向及び短辺（縦）方向の両方にずらす場合においては、図53に示すように、第1のフライアイインテグレータ9のフライアイレンズ面が外径部に対して一側側上方（または一側側下方）にずれているのに対し、第2のフライアイインテグレータ10のフライアイレンズ面は、外径部に対して他側側上方（または他側側下方）にずれている。

【0138】

さらに、これらフライアイインテグレータ9, 10においては、図54に示すように、外径部には、軸合わせのための円筒面（R面）部9a, 10aと、軸回

りの回転方向の位置決め（回転止め）のための平面（フラット面）部 9 b, 1 0 b とからなる位置決め部が形成されている。円筒面部 9 a, 1 0 a 及び平面部 9 b, 1 0 b は、それぞれフライアイインテグレータ 9, 1 0 の外径部の 4 方向に形成されている。

【0 1 3 9】

そして、これらフライアイインテグレータ 9, 1 0 は、図 5 5 に示すように、この画像表示装置の鏡筒 2 7 内において、互いにホルダ部材 2 8 によって位置決めされて保持された状態で、支持されている。この図 5 5 中において、(a) は光源 2 から投射レンズ 1 7 までに至る縦断面図であり、(b) は正面図であり、(c) は光源側鏡筒部のみを示す斜視図であり、(d) はホルダを示す斜視図であり、(e) は投射レンズ側鏡筒部のみを示す斜視図である。

【0 1 4 0】

すなわち、ホルダ部材 2 8 は、略々円環状に形成されており、図 5 6 に示すように、4 箇所舌片部 2 8 a によって、第 1 のフライアイインテグレータ 9 の平面部 9 b を保持して、この第 1 のフライアイインテグレータ 9 に対して取付けられる。また、このホルダ部材 2 8 は、4 箇所舌片部 2 8 a によって、第 2 のフライアイインテグレータ 1 0 の平面部 1 0 b を保持して、この第 2 のフライアイインテグレータ 1 0 に対しても取付けられる。この状態において、各フライアイインテグレータ 9, 1 0 は、一つのホルダ部材 2 8 によって、互いに平面部 9 b, 1 0 b を基準として位置決めされており、外径部が互いに同軸となされ、かつ、軸回りの回転も規制された状態で、フライアイレンズ面を互いに平行として対向させている。このとき、各フライアイインテグレータ 9, 1 0 のフライアイレンズ面は、互いに所定の位置関係となされている。

【0 1 4 1】

そして、図 5 7 及び図 5 8 に示すように、鏡筒 2 7 をなす光源側鏡筒部 2 7 a は、円筒状に形成されており、前端部の 4 箇所の舌片部によって、第 1 のフライアイインテグレータ 9 の円筒面部 9 a に取付けられる。このとき、この光源側鏡筒部 2 7 a は、第 1 のフライアイインテグレータ 9 の外径部に対して同軸状となされる。したがって、光源 2 からリレーレンズブロック 6 に至る光学系がこの光

源側鏡筒部 27 a に対して同軸状に取付けられていれば、これら光源 2 からリレーレンズブロック 6 に至る光学系は、第 1 のフライアイインテグレート 9 の外径部に対して同軸である所定の位置に保持されることとなる。

【0142】

また、図 59 及び図 60 に示すように、鏡筒 27 をなす投射レンズ側鏡筒部 27 b は、円筒状に形成されており、後端部の 4 箇所舌片部によって、第 2 のフライアイインテグレート 10 の円筒面部 10 a に取付けられる。このとき、この投射レンズ側鏡筒部 27 b は、第 2 のフライアイインテグレート 10 の外径部に対して同軸状となされる。したがって、フィールドレンズ 11 から投射レンズ 17 に至る光学系がこの投射レンズ側鏡筒部 27 b に対して同軸状に取付けられていれば、これらフィールドレンズ 11 から投射レンズ 17 に至る光学系は、第 2 のフライアイインテグレート 10 の外径部に対して同軸である所定の位置に保持されることとなる。

【0143】

また、この画像表示装置は、図 61 に示すように、鏡筒 27 を全体に亘って一体的なものとして構成してもよい。この場合には、まず、ホルダ部材 28 を 4 箇所舌片部 28 a によって第 1 のフライアイインテグレート 9 の平面部 9 b に取付け、また、このホルダ部材 28 に第 2 のフライアイインテグレート 10 の平面部 10 b において取付ける。この状態において、上述したと同様に、各フライアイインテグレート 9、10 は、一つのホルダ部材 28 によって、互いに平面部 9 b、10 b を基準として位置決めされており、外径部が互いに同軸となされ、かつ、軸回りの回転も規制された状態で、フライアイレンズ面を互いに平行として対向させている。このとき、各フライアイインテグレート 9、10 のフライアイレンズ面は、互いに所定の位置関係となされている。

【0144】

そして、鏡筒 27 を、第 1 のフライアイインテグレート 9 の円筒面部 9 a、または、第 2 のフライアイインテグレート 10 の円筒面部 10 a に取付ける。このとき、この鏡筒 27 は、第 1 のフライアイインテグレート 9、または、第 2 のフライアイインテグレート 10 の外径部に対して同軸状となされる。したがって、

光源 2 から投射レンズ 1 7 に至る光学系がこの鏡筒 2 7 に対して同軸状に取付けられていれば、これら光源 2 から投射レンズ 1 7 に至る光学系は、第 1 及び第 2 のフライアイインテグレータ 9, 1 0 の外径部に対して同軸である所定の位置に保持されることとなる。

【0 1 4 5】

さらに、この画像表示装置においては、図 6 2 に示すように、鏡筒 2 7 は、フライアイインテグレータ 9, 1 0 から投射レンズ 1 7 に亘る部分のみを収納するものとして構成してもよい。この場合にも、まず、ホルダ部材 2 8 を 4 箇所舌片部 2 8 a によって第 1 のフライアイインテグレータ 9 の平面部 9 b に取付け、また、このホルダ部材 2 8 に第 2 のフライアイインテグレータ 1 0 の平面部 1 0 b において取付ける。この状態において、上述したと同様に、各フライアイインテグレータ 9, 1 0 は、一つのホルダ部材 2 8 によって、互いに平面部 9 b, 1 0 b を基準として位置決めされており、外径部が互いに同軸となされ、かつ、軸回りの回転も規制された状態で、フライアイレンズ面を互いに平行として対向させている。このとき、各フライアイインテグレータ 9, 1 0 のフライアイレンズ面は、互いに所定の位置関係となされている。

【0 1 4 6】

そして、鏡筒 2 7 を、第 2 のフライアイインテグレータ 1 0 の円筒面部 1 0 a に取付ける。このとき、この鏡筒 2 7 は、第 2 のフライアイインテグレータ 1 0 の外径部に対して同軸状となされる。したがって、フィールドレンズ 1 1 から投射レンズ 1 7 に至る光学系がこの鏡筒 2 7 に対して同軸状に取付けられていれば、これらフィールドレンズ 1 1 から投射レンズ 1 7 に至る光学系は、第 1 及び第 2 のフライアイインテグレータ 9, 1 0 の外径部に対して同軸である所定の位置に保持されることとなる。

【0 1 4 7】

この場合には、光源 2 からリレーレンズブロック 6 に至る光学系については、別途、各フライアイインテグレータ 9, 1 0 に対する所定位置に位置決めして保持することが必要になる。

【0 1 4 8】

〔フィールドレンズの収差補正について〕

この画像表示装置においては、図 6 3 に示すように、フィールドレンズ 11 として通常の凸平レンズを使用した場合、リファレンスミラー 18 において像面湾曲を生ずることとなり、この像面湾曲成分が、光源側に戻るリサイクル光にも影響する。そのため、第 2 のフライアイインテグレート 10 から第 1 のフライアイインテグレート 9 に戻る光線のうちの光軸から遠い光線が、主光線に対して傾いてしまうこととなり、これが照明光の利用効率の低下の原因となる。

【0149】

そこで、図 6 4 に示すように、フィールドレンズ 11 として、凸側を非球面としたメニスカスレンズを使用することによって、像面湾曲を補正することができる。このように収差補正がなされることにより、第 2 のフライアイインテグレート 10 から第 1 のフライアイインテグレート 9 に戻る光線は、光軸から遠い光線も含めて主光線に対して平行となり、照明光の利用効率を高い効率に維持することができる。

【0150】

なお、このフィールドレンズ 11 の凸側の非球面の形状は、以下の非球面定義式によって定義される。

【0151】

$$Z = C \times h^2 / (1 + \sqrt{1 - C^2 \times h^2}) + A \times h^4 + B \times h^6$$

$$h^2 = x^2 + y^2 : C = 1/R$$

(ただし、A、B、C は係数、Z は光軸方向の面の位置、h は光軸からの距離、x、y は光軸に直交する直交座標軸、R は基本球面の曲率半径)

なお、本発明者が設計したメニスカスレンズ 11 の凹側の曲率半径は、121.4638 mm となったが、この値は、反射型空間光変調素子の大きさ等の設計条件によって変動するものである。

【0152】

【発明の効果】

上述のように、本発明に係る画像表示装置においては、反射型空間光変調素子において画像表示のためには不要となった光が光源側に戻され、さらに、反射板

によって、再び反射型空間光変調素子に導かれるので、照明光の利用効率が向上する。

【0153】

そして、この画像表示装置においては、反射型偏光選択素子及び上記反射板は、光源からの光が楕円反射鏡により第2焦点の近傍に集光されて形成される最小錯乱円の位置に配置されているので、反射型偏光選択素子の大きさとしては、極めて小さいもので済むことになる。

【0154】

また、この画像表示装置においては、偏光分離合成を安価に達成することができ、反射型空間光変調素子における不要光の再利用（リサイクル）を効率良く行うことができる。また、カラーフィルタを用いた単板反射型空間光変調素子を用いた場合において、光利用効率を改善することが可能となり、シーケンシャルカラータイプの単板反射型空間光変調素子を用いた場合においても、光利用効率を改善することが可能となる。そして、開口率の低い反射型空間光変調素子の光利用効率を改善することが可能となり、暗い画面におけるピーク輝度を高くすることが可能となる。

【0155】

この画像表示装置は、特に、照明光学系のF値が2.4程度で、反射型空間光変調素子の大きさ（対角線）が1インチよりも小さい場合には、エテンデュ（Etendue）の影響による照明効率の劣化がP-S変換素子に比較して小さく、偏光変換効率の改善を図ることができる。また、本発明においては、構成する部品点数を減少させ、各部品の機械的な位置精度を向上させることができるので、照明光の再利用効率を上げることができる。

【0156】

すなわち、本発明は、非発光の反射型空間光変調素子と、この反射型空間光変調素子を照明する光源と、投射光学系とを有する画像表示装置であって、構成の複雑化や製造の煩雑化を招来することなく、照明光の利用効率が向上された画像表示装置を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る画像表示装置の構成を示す縦断面図である。

【図 2】

上記画像表示装置における偏光変換素子の構成を示す正面図である。

【図 3】

上記画像表示装置の反射型空間光変調素子の構成を示す要部縦断面図である。

【図 4】

上記画像表示装置におけるリサイクル光の光路を示す縦断面図である。

【図 5】

上記画像表示装置における照明光の利用効率を示すグラフである。

【図 6】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 1 の構成を示す分解図である。

【図 7】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 2 の構成を示す分解図である。

【図 8】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 3 の構成を示す分解図である。

【図 9】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 4 の構成を示す分解図である。

【図 1 0】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 5 の構成を示す分解図である。

【図 1 1】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 6 の構成を示す分解図である。

【図 1 2】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第7の構成を示す分解図である。

【図13】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第8の構成を示す分解図である。

【図14】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第9の構成を示す分解図である。

【図15】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第10の構成を示す分解図である。

【図16】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第11の構成を示す分解図である。

【図17】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第12の構成を示す分解図である。

【図18】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第13の構成を示す分解図である。

【図19】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第14の構成を示す分解図である。

【図20】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第15の構成を示す分解図である。

【図21】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第16の構成を示す分解図である。

【図 2 2】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 17 の構成を示す分解図である。

【図 2 3】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 18 の構成を示す分解図である。

【図 2 4】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 19 の構成を示す分解図である。

【図 2 5】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 20 の構成を示す分解図である。

【図 2 6】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 21 の構成を示す分解図である。

【図 2 7】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 22 の構成を示す分解図である。

【図 2 8】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 23 の構成を示す分解図である。

【図 2 9】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 24 の構成を示す分解図である。

【図 3 0】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 25 の構成を示す分解図である。

【図 3 1】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 26 の構成を示す分解図

である。

【図 3 2】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 27 の構成を示す分解図である。

【図 3 3】

上記画像表示装置におけるリレーレンズブロックの第 28 の構成を示す分解図である。

【図 3 4】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラが生じている状態を示す縦断面図（光路図）であり、（a）はリレーレンズからリファレンスミラーまでの光路を示し、（b）はリレーレンズから第 1 のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、（c）はリレーレンズと第 1 のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【図 3 5】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第 1 の構成を示す縦断面図（光路図）であり、（a）はリレーレンズからリファレンスミラーまでの光路を示し、（b）はリレーレンズから第 1 のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、（c）はリレーレンズと第 1 のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【図 3 6】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第 2 の構成を示す縦断面図（光路図）であり、（a）はリレーレンズからリファレンスミラーまでの光路を示し、（b）はリレーレンズから第 1 のフライアイインテグレートに戻る光路を示し、（c）はリレーレンズと第 1 のフライアイインテグレートとの間の光路の状態を模式的に示している。

【図 3 7】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第 3 の構成（フライアイインテグレートを一方向にずらしたもの）を示す縦断面図である。

【図 3 8】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第3の構成（フライアイインテグレータを二方向にずらしたもの）を示す縦断面図である。

【図39】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第4の構成（フライアイインテグレータを一方向にずらしたもの）を示す縦断面図である。

【図40】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第4の構成（フライアイインテグレータを二方向にずらしたもの）を示す縦断面図である。

【図41】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第5の構成（リレーレンズの焦点距離を短くしたもの）を示す縦断面図である。

【図42】

上記画像表示装置においてリサイクル光による照度ムラを解消した第5の構成（リレーレンズの焦点距離を長くしたもの）を示す縦断面図である。

【図43】

上記画像表示装置における反射板上のリサイクル光の第1の照度パターンを示す正面図である。

【図44】

上記画像表示装置における反射板上のリサイクル光の第2の照度パターンを示す正面図である。

【図45】

上記画像表示装置における反射板上のリサイクル光の第3の照度パターンを示す正面図である。

【図46】

通常のフライアイインテグレータ（フライアイレンズの配列数が奇数）の構成を示す正面図である。

【図47】

通常のフライアイインテグレータ（フライアイレンズの配列数が偶数）の構成を示す正面図である。

【図 4 8】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレータの構成（横方向に $1/4$ ピッチずらしたもの）を示す正面図である。

【図 4 9】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレータの構成（縦方向に $1/4$ ピッチずらしたもの）を示す正面図である。

【図 5 0】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレータの構成（横方向及び縦方向にそれぞれ $1/4$ ピッチずらしたもの）を示す正面図である。

【図 5 1】

上記画像表示装置における第 1 のフライアイインテグレータ及び第 2 のフライアイインテグレータ（横方向に $1/4$ ピッチずらしたもの）の対応を示す正面図である。

【図 5 2】

上記画像表示装置における第 1 のフライアイインテグレータ及び第 2 のフライアイインテグレータ（縦方向に $1/4$ ピッチずらしたもの）の対応を示す正面図である。

【図 5 3】

上記画像表示装置における第 1 のフライアイインテグレータ及び第 2 のフライアイインテグレータ（横方向及び縦方向にそれぞれ $1/4$ ピッチずらしたもの）の対応を示す正面図である。

【図 5 4】

上記画像表示装置における第 1 のフライアイインテグレータ及び第 2 のフライアイインテグレータ（横方向及び縦方向にそれぞれ $1/4$ ピッチずらしたもの）の外径形状を示す正面図である。

【図 5 5】

上記画像表示装置における鏡筒の第 1 の構成を示す縦断面図、正面図及び分解図であり、（a）は光源から投射レンズまでに至る縦断面図であり、（b）は正面図であり、（c）は光源側鏡筒部のみを示す斜視図であり、（d）はホルダを

示す斜視図であり、（e）は投射レンズ側鏡筒部のみを示す斜視図である。

【図 5 6】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレート及びホルダの構成を示す斜視図である。

【図 5 7】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレート、ホルダ及び光源側鏡筒部の構成を示す斜視図である。

【図 5 8】

上記画像表示装置における第 1 のフライアイインテグレートとホルダ及び光源側鏡筒部との嵌合状態を示す正面図である。

【図 5 9】

上記画像表示装置におけるフライアイインテグレート、ホルダ、光源側鏡筒部及び投射レンズ側鏡筒部の構成を示す斜視図である。

【図 6 0】

上記画像表示装置における第 2 のフライアイインテグレートとホルダ及び投射レンズ側鏡筒部との嵌合状態を示す正面図である。

【図 6 1】

上記画像表示装置における鏡筒の第 2 の構成を示す縦断面図及び正面図である。

【図 6 2】

上記画像表示装置における鏡筒の第 3 の構成を示す縦断面図及び正面図である。

【図 6 3】

上記画像表示装置のフィールドレンズにより生ずる収差の状態を示す光路図である。

【図 6 4】

上記画像表示装置のフィールドレンズにより生ずる収差を補正した状態を示す光路図である。

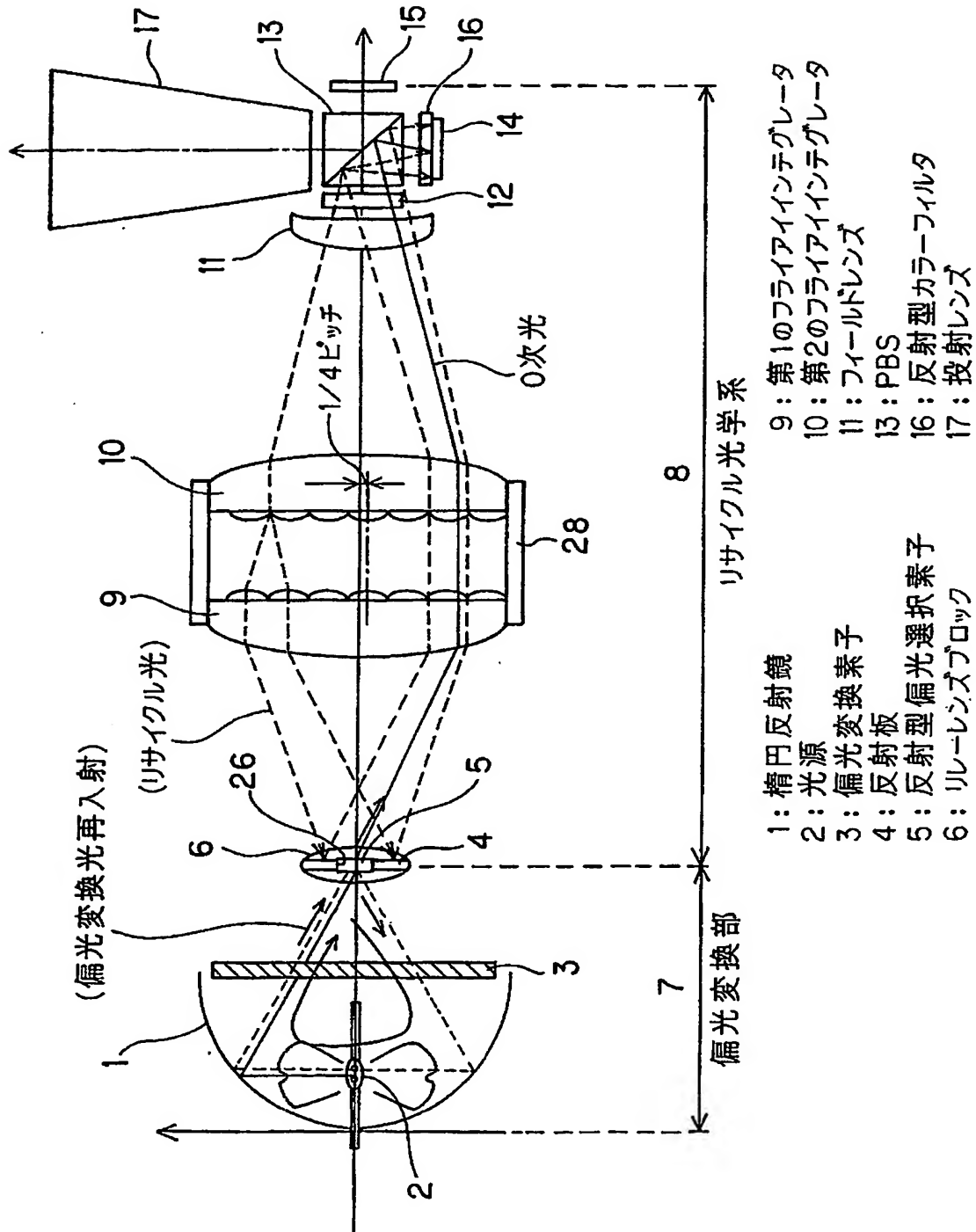
【符号の説明】

1 楕円反射鏡、2 光源、3 偏光変換素子、4 反射板、5 反射型偏光
選択素子、6 リレーレンズブロック、7 偏光変換部、8 リサイクル光学系
、9 第1のフライアイインテグレータ、10 第2のフライアイインテグレー
タ、11 フィールドレンズ、12 色選択素子、13 偏光ビームスプリッタ
、14 第1の反射型空間光変調素子、15 第2の反射型空間光変調素子、1
6 カラーフィルタ、17 投射レンズ

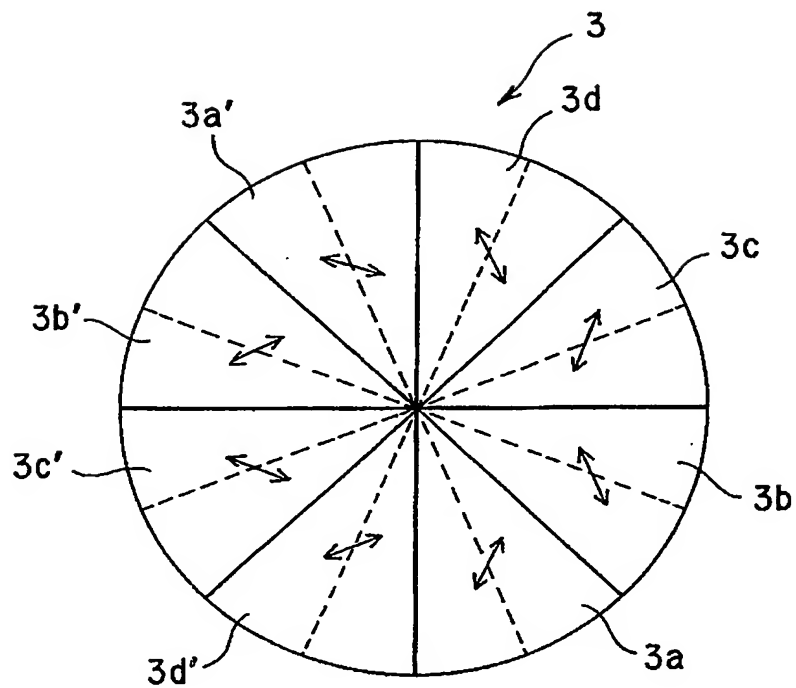
【書類名】

図面

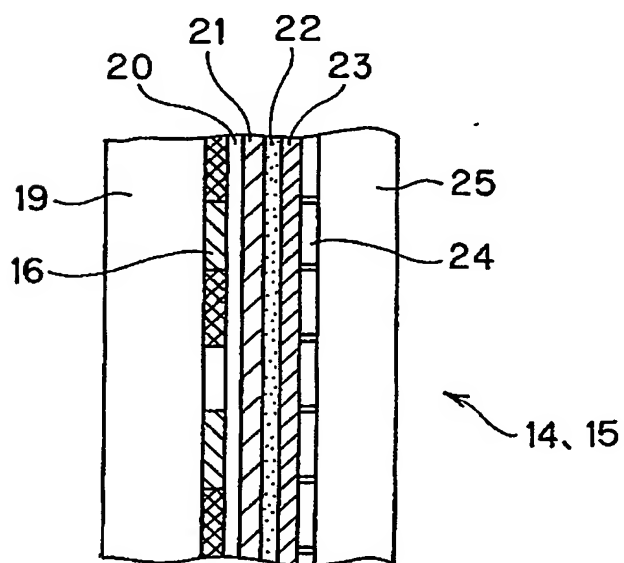
【図1】



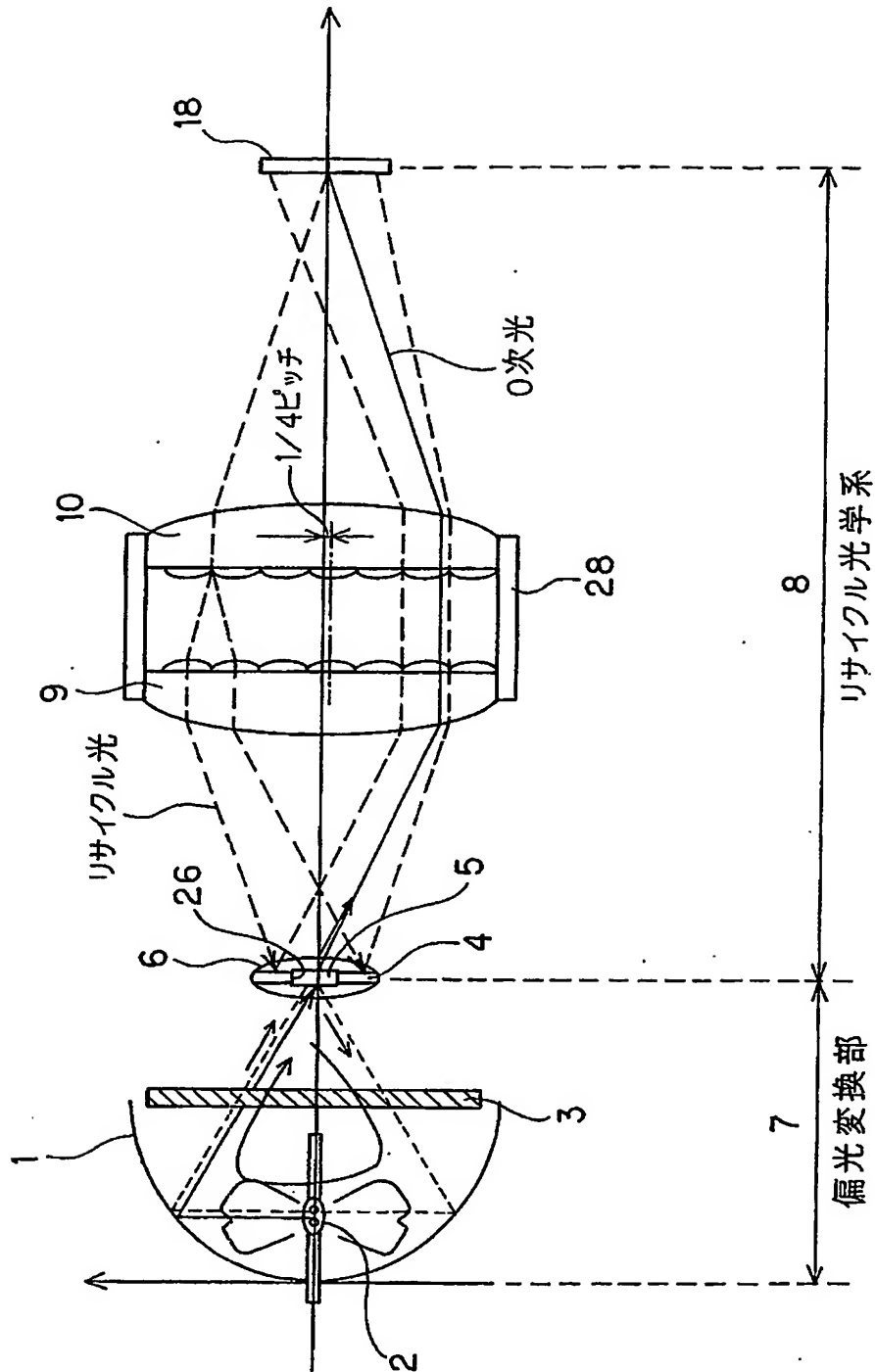
【図 2】



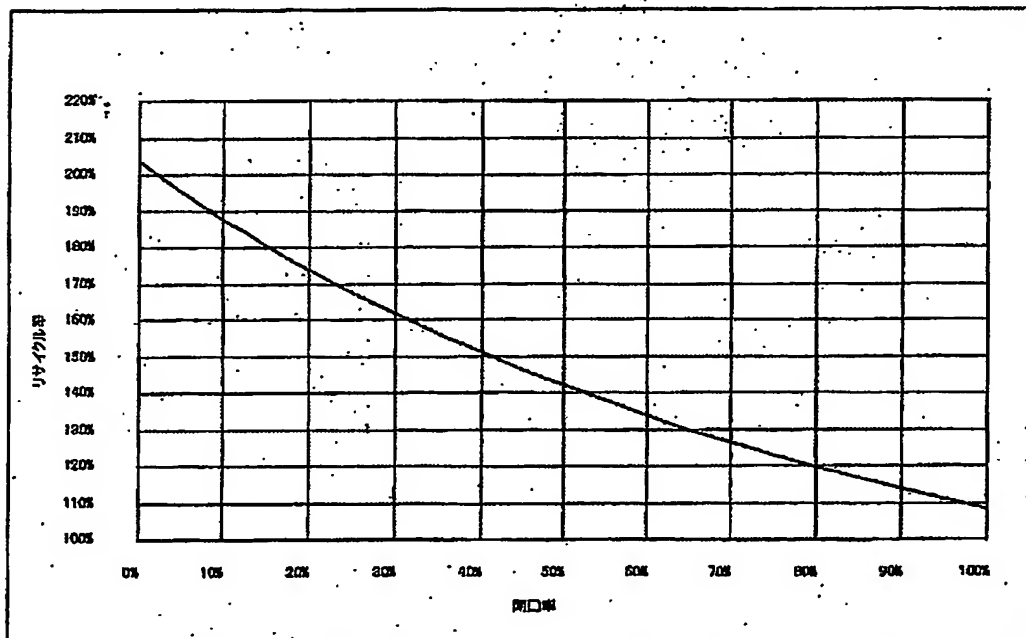
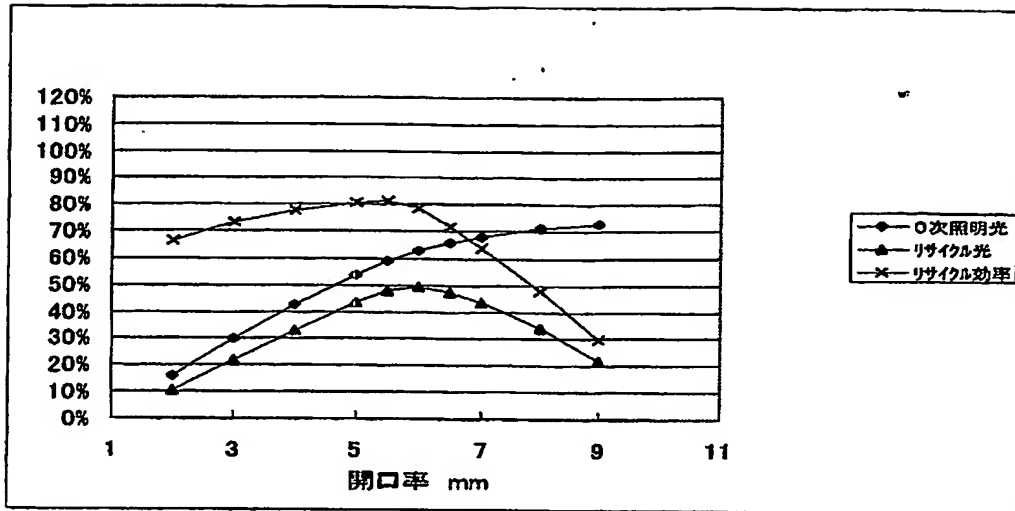
【図 3】



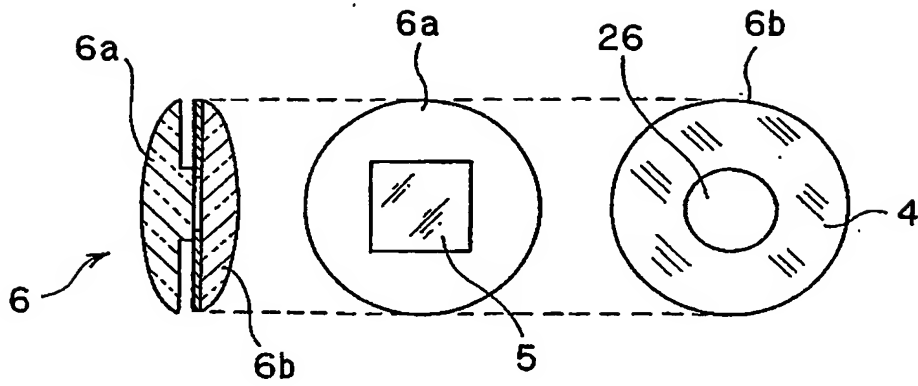
【図 4】



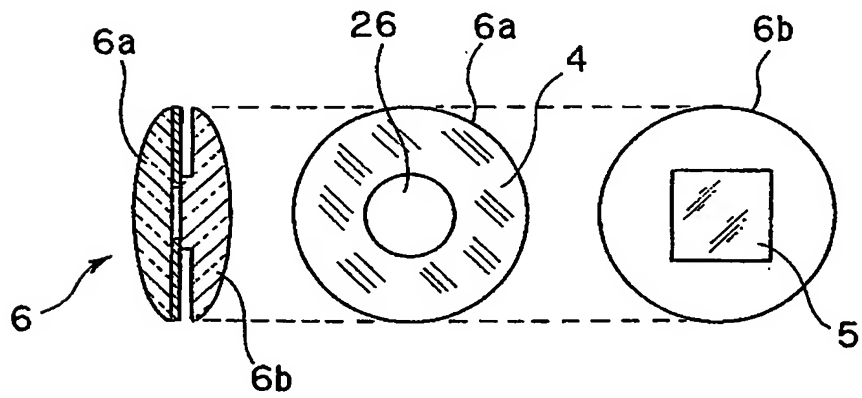
【図 5】



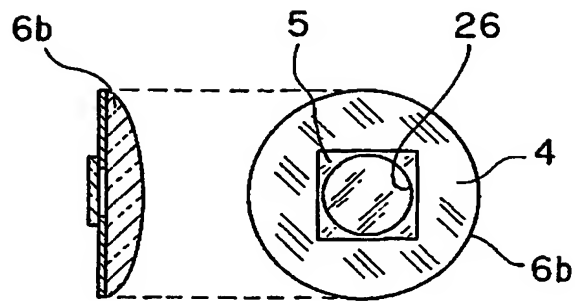
【図 6】



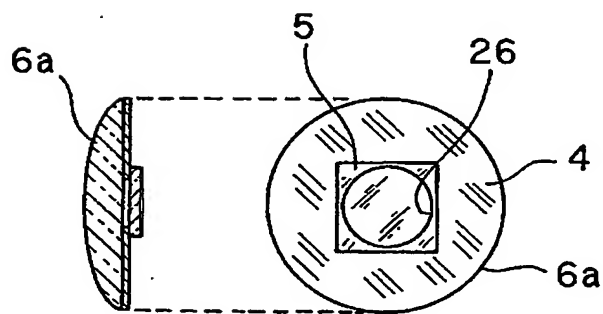
【図 7】



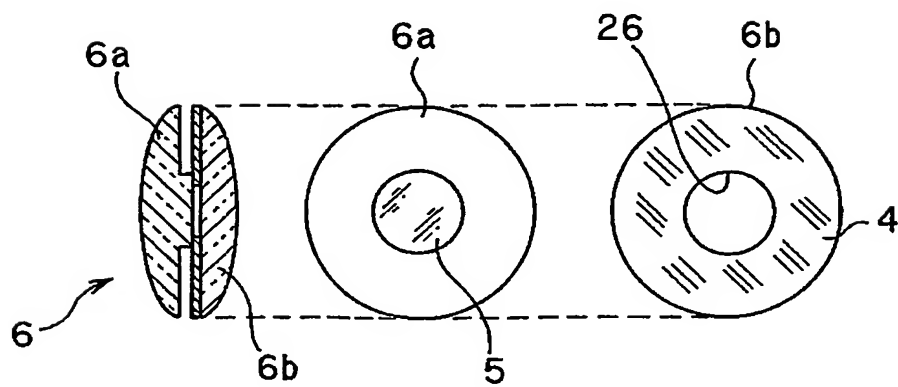
【図 8】



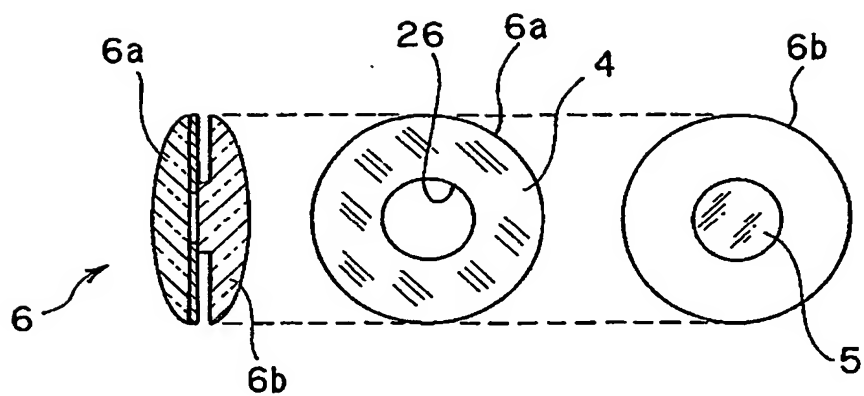
【図 9】



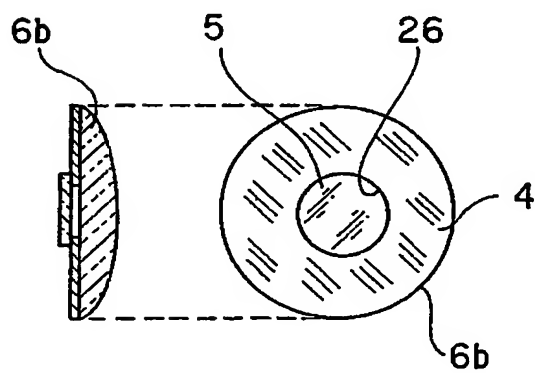
【図 10】



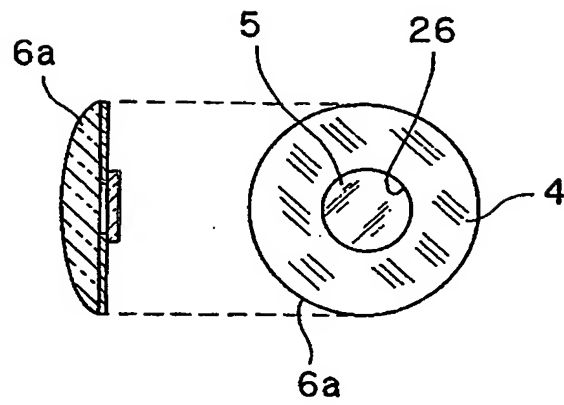
【図 1 1】



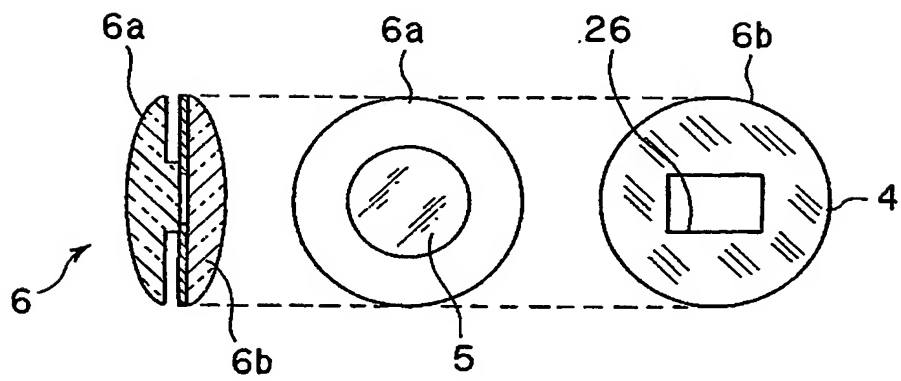
【図 1 2】



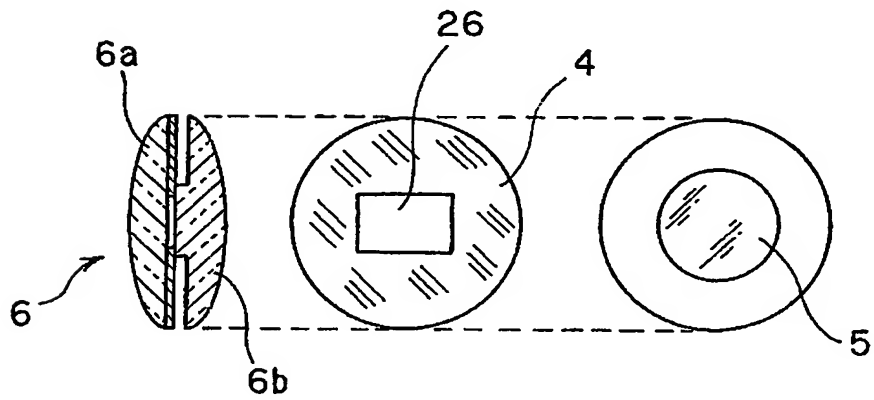
【図13】



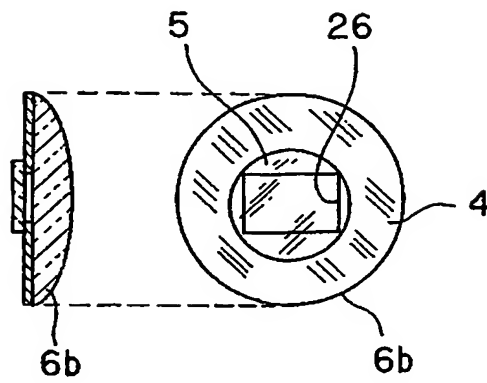
【図14】



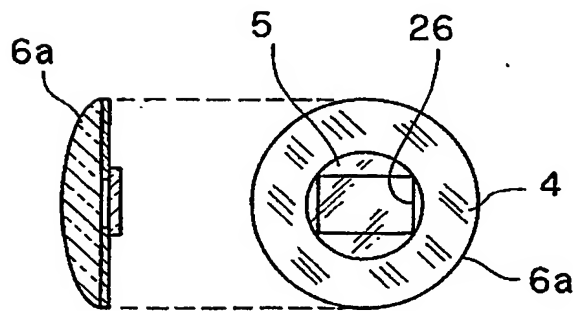
【図15】



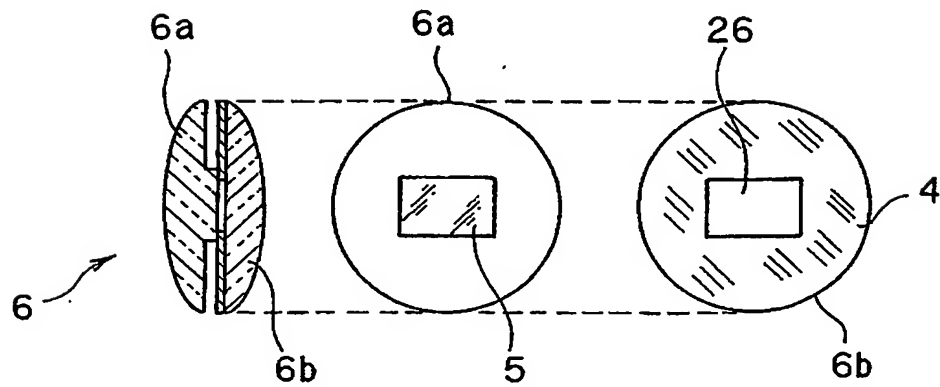
【図16】



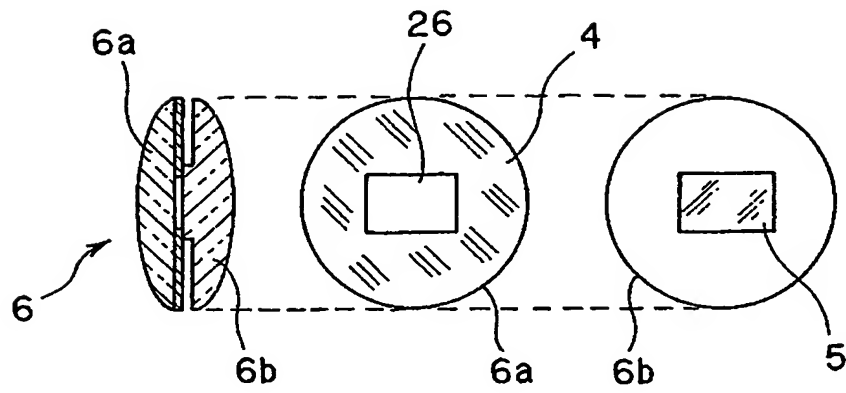
【図17】



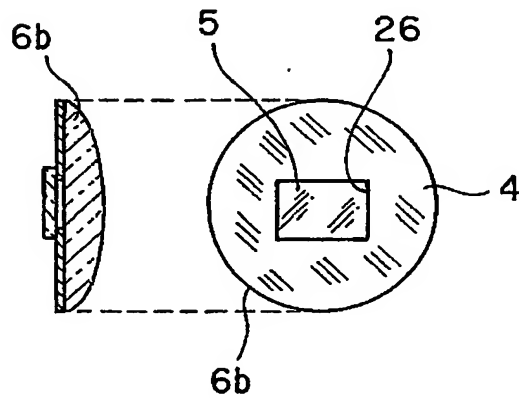
【図18】



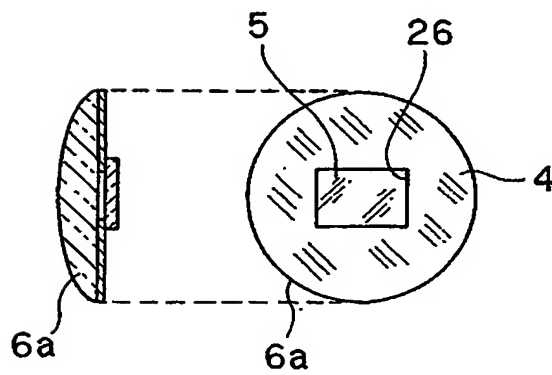
【図19】



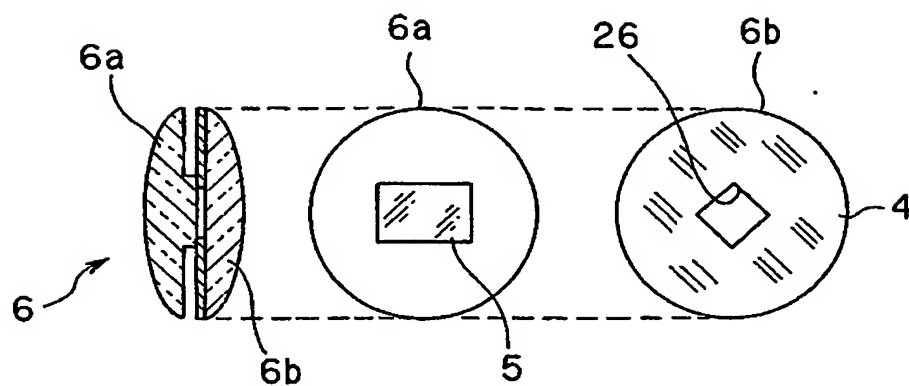
【図20】



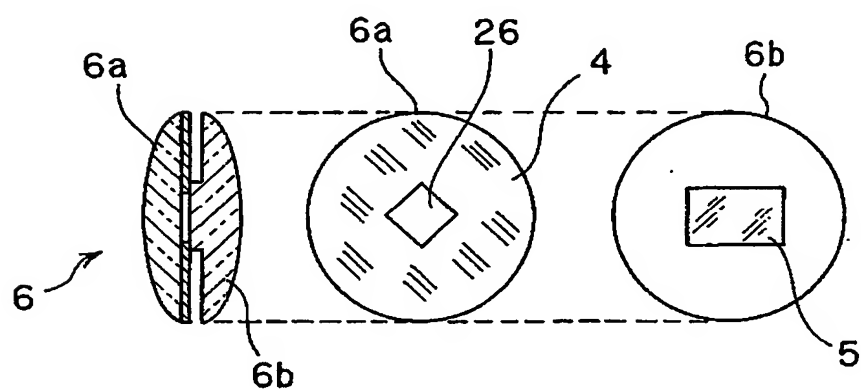
【図21】



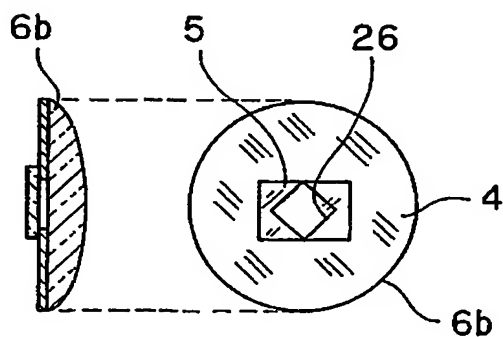
【図 2 2】



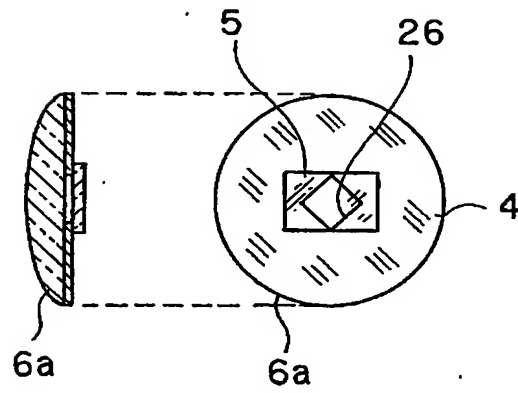
【図 2 3】



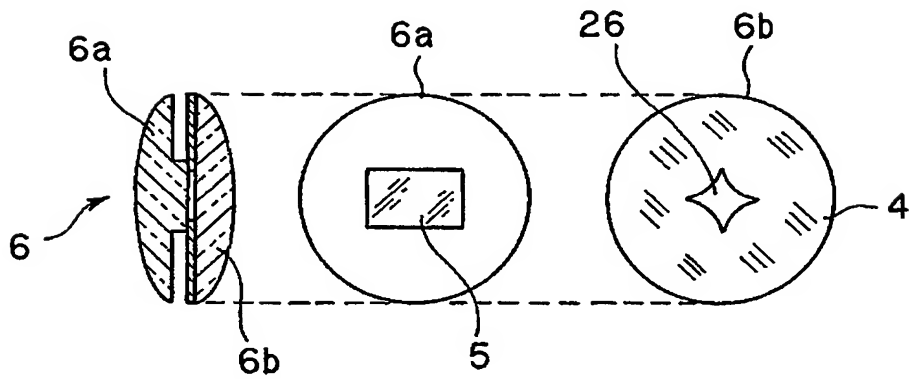
【図 2 4】



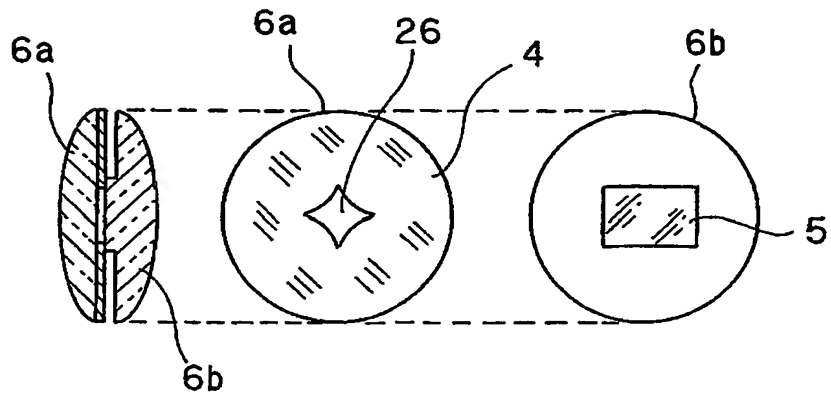
【図 25】



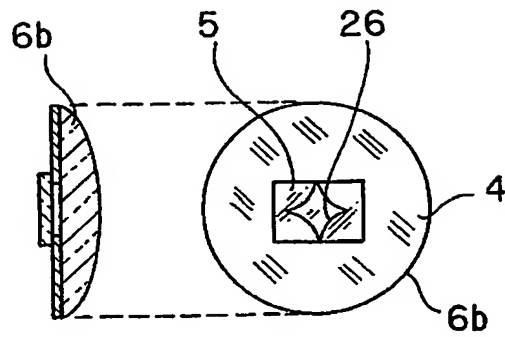
【図 26】



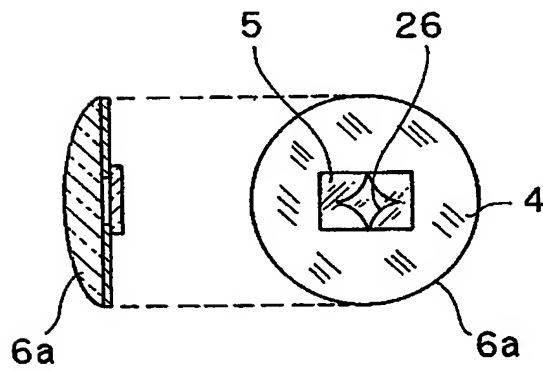
【図 27】



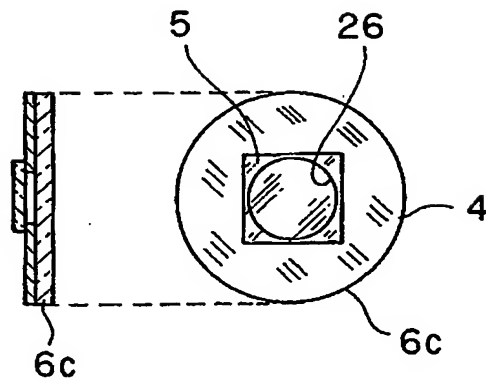
【図 28】



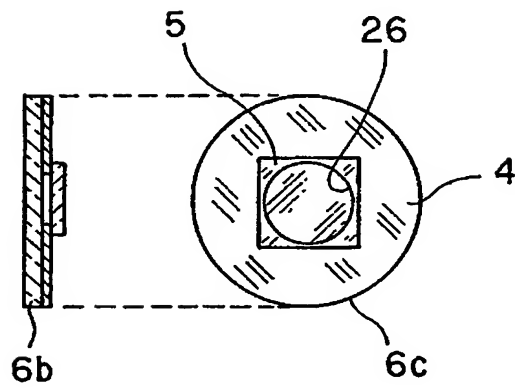
【図 29】



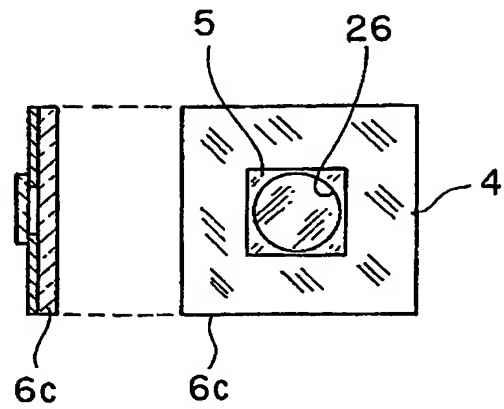
【図 30】



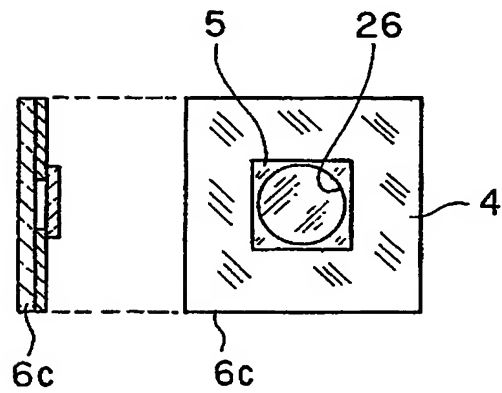
【図 31】



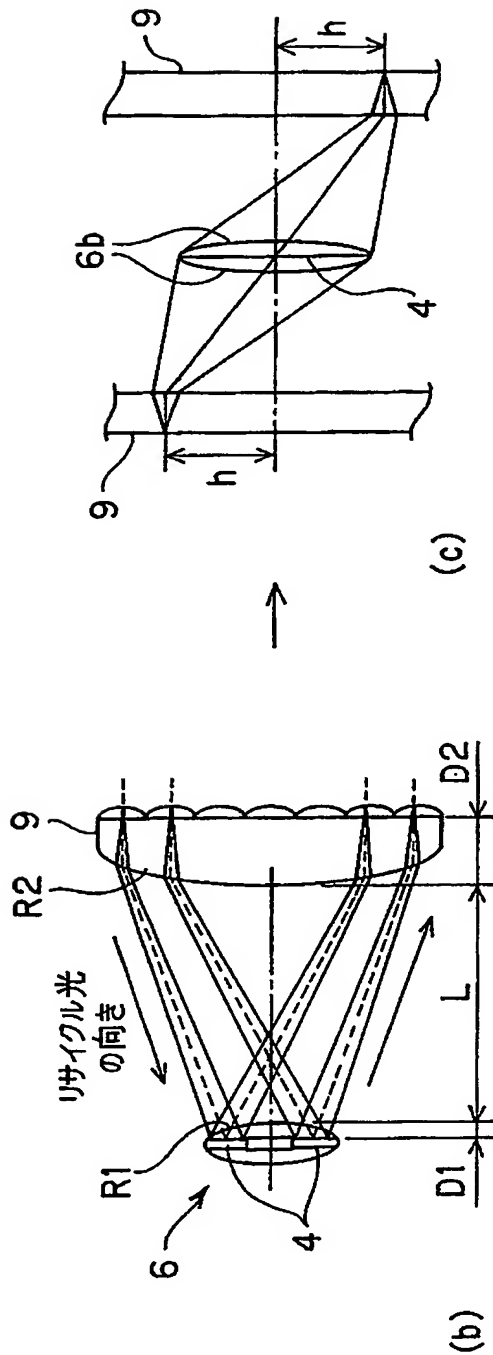
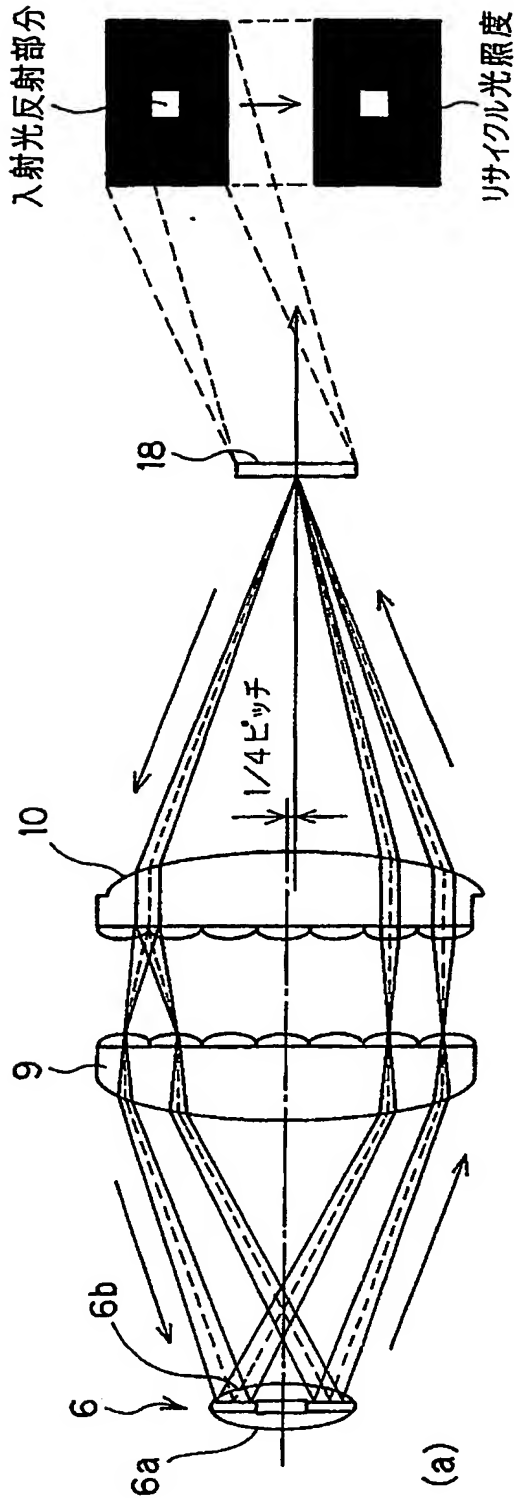
【図 3 2】



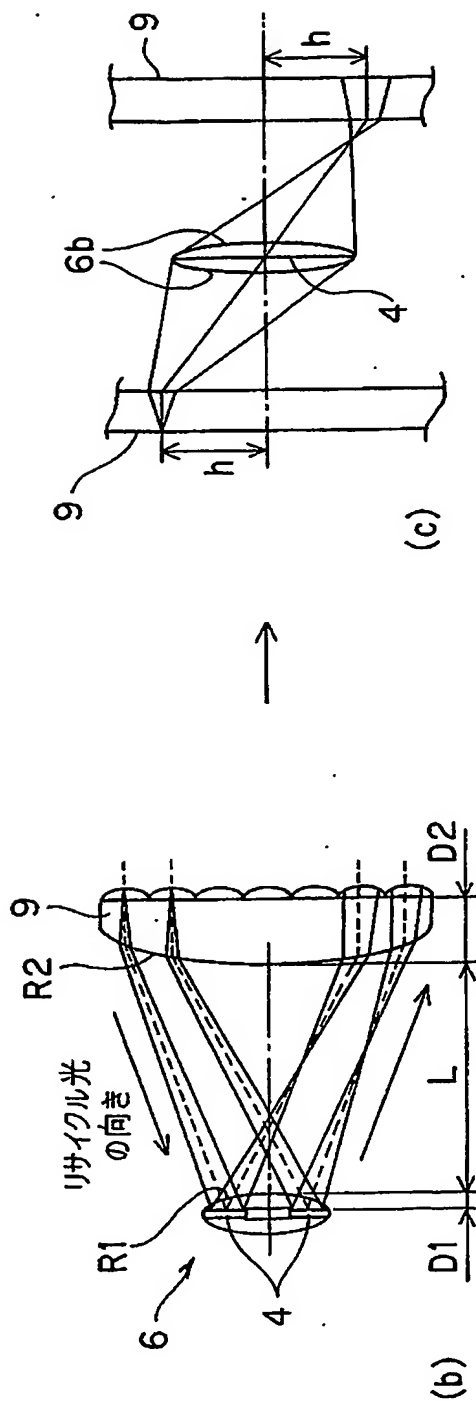
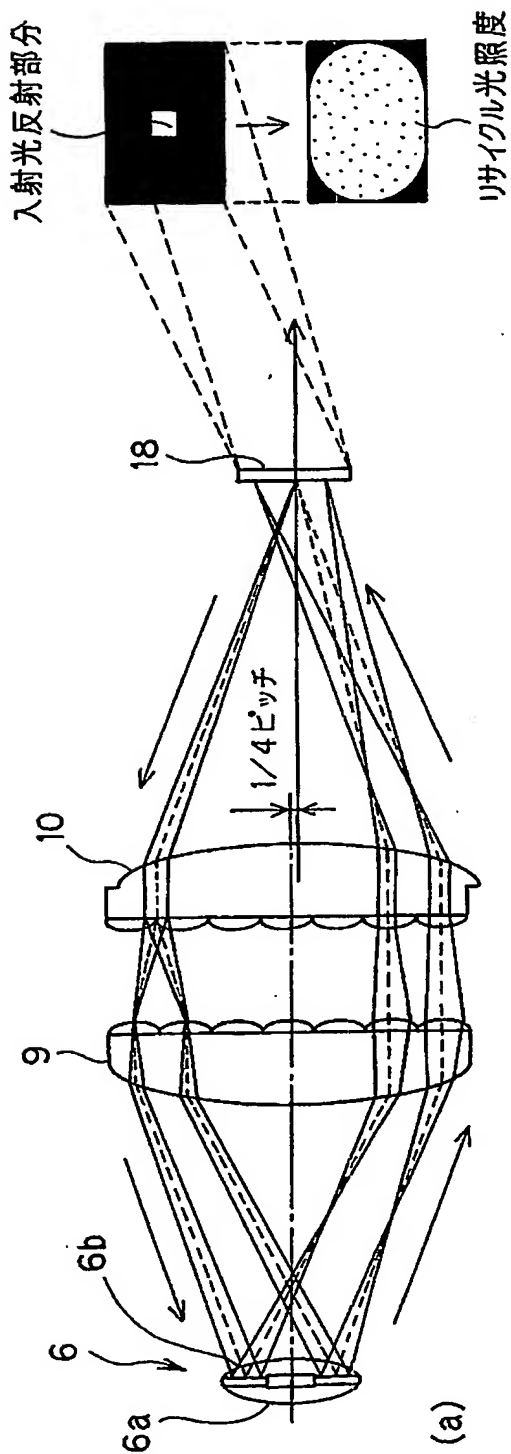
【図 3 3】



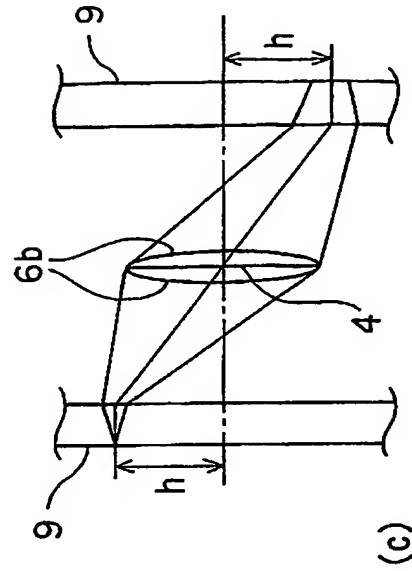
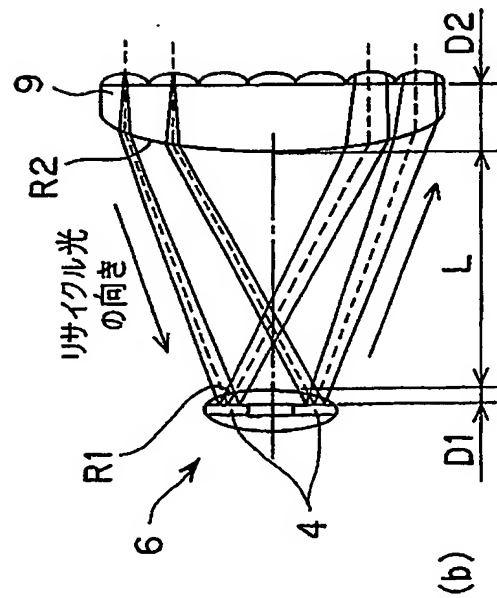
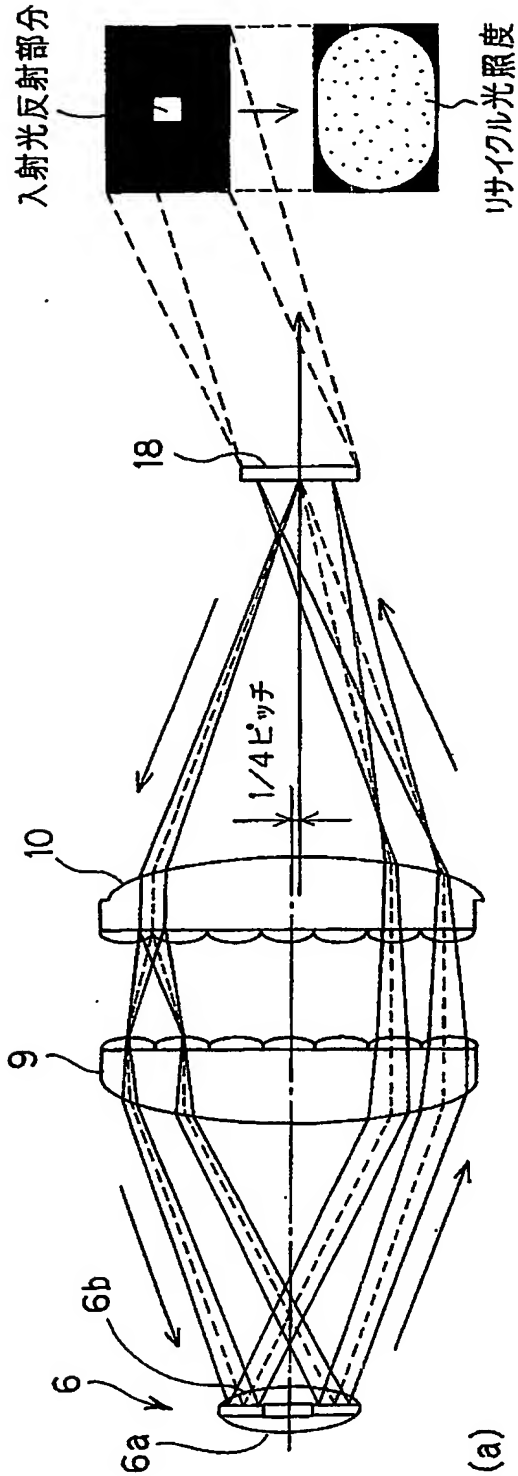
【図 3 4】



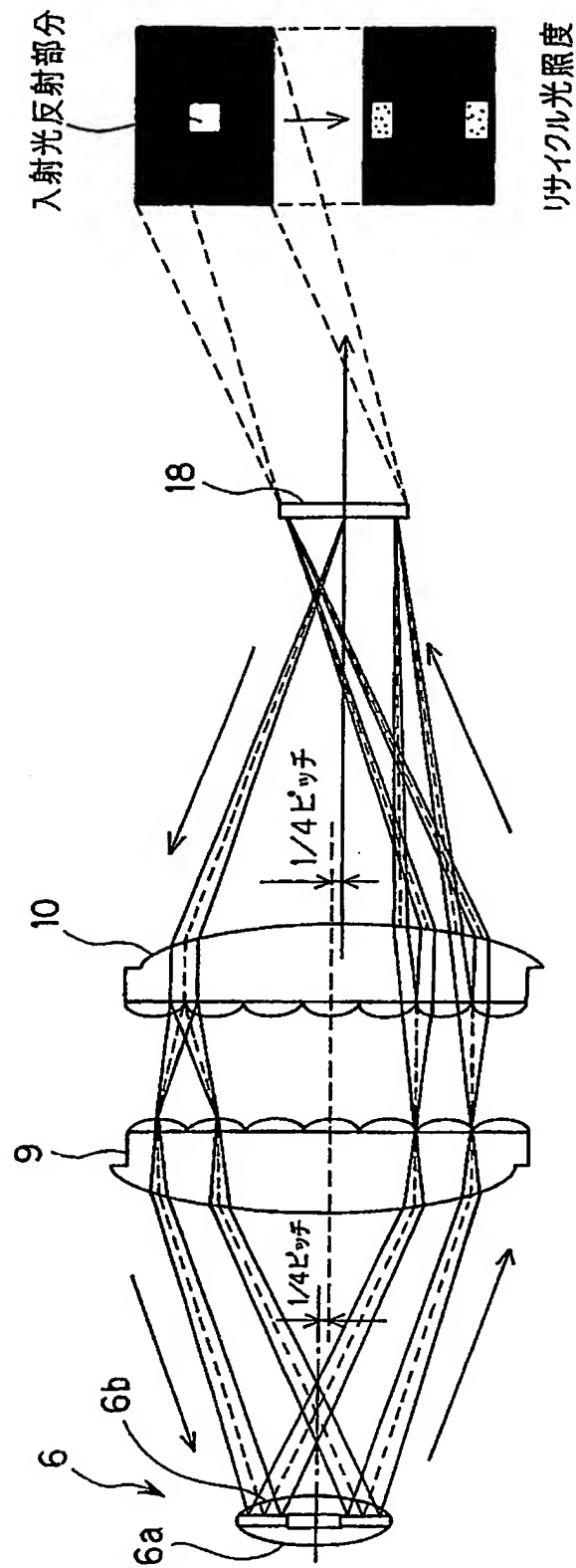
【図 35】



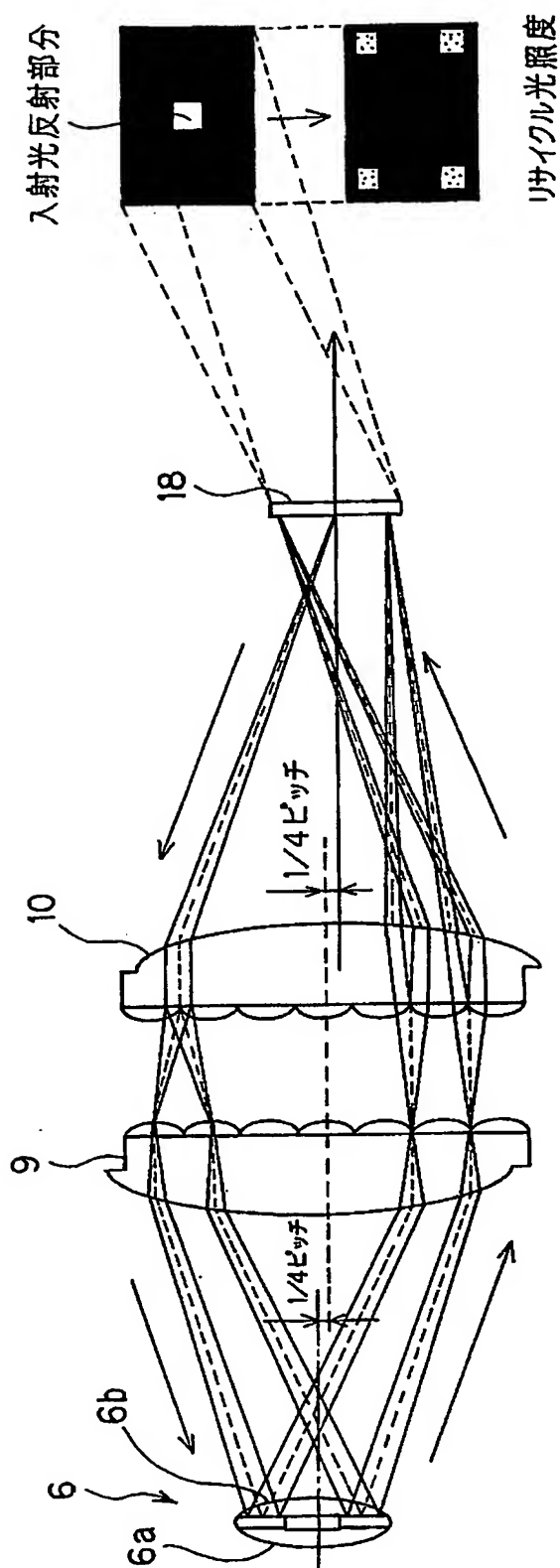
【図 36】



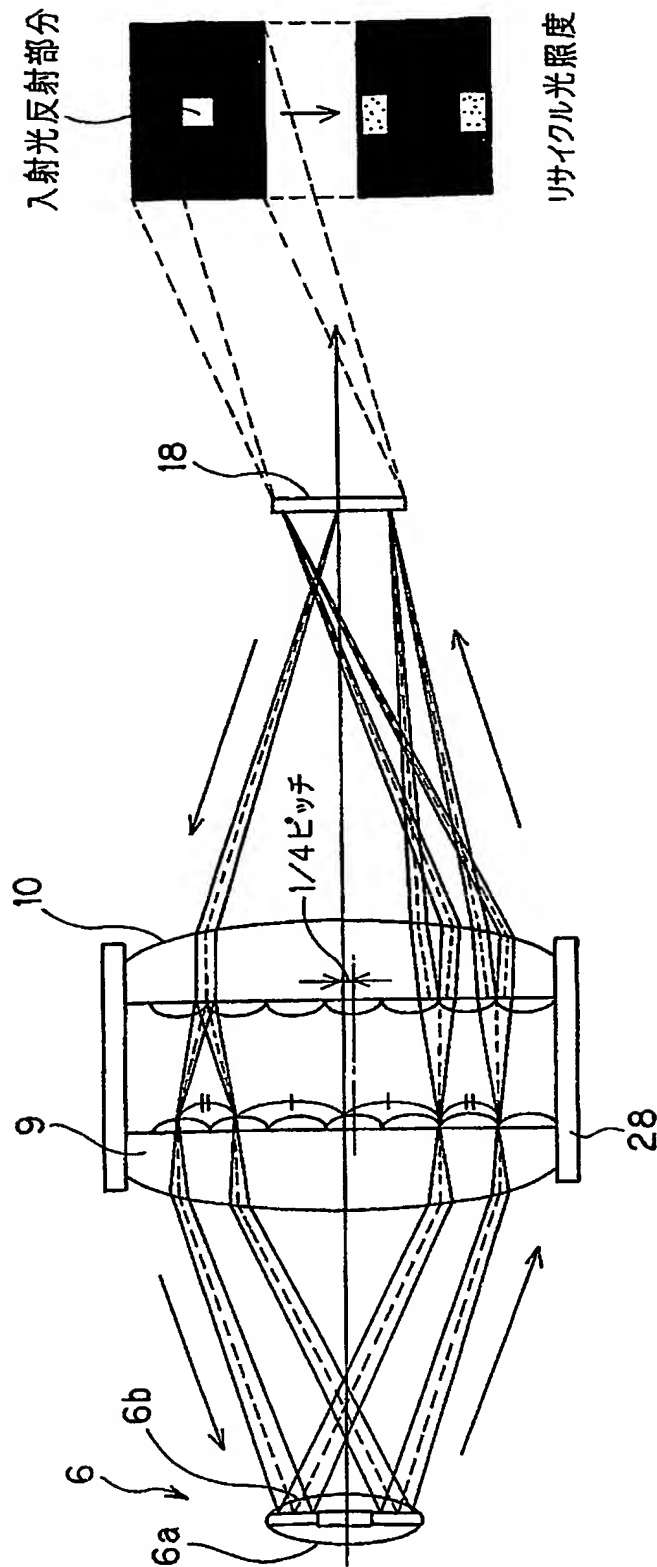
【図 37】



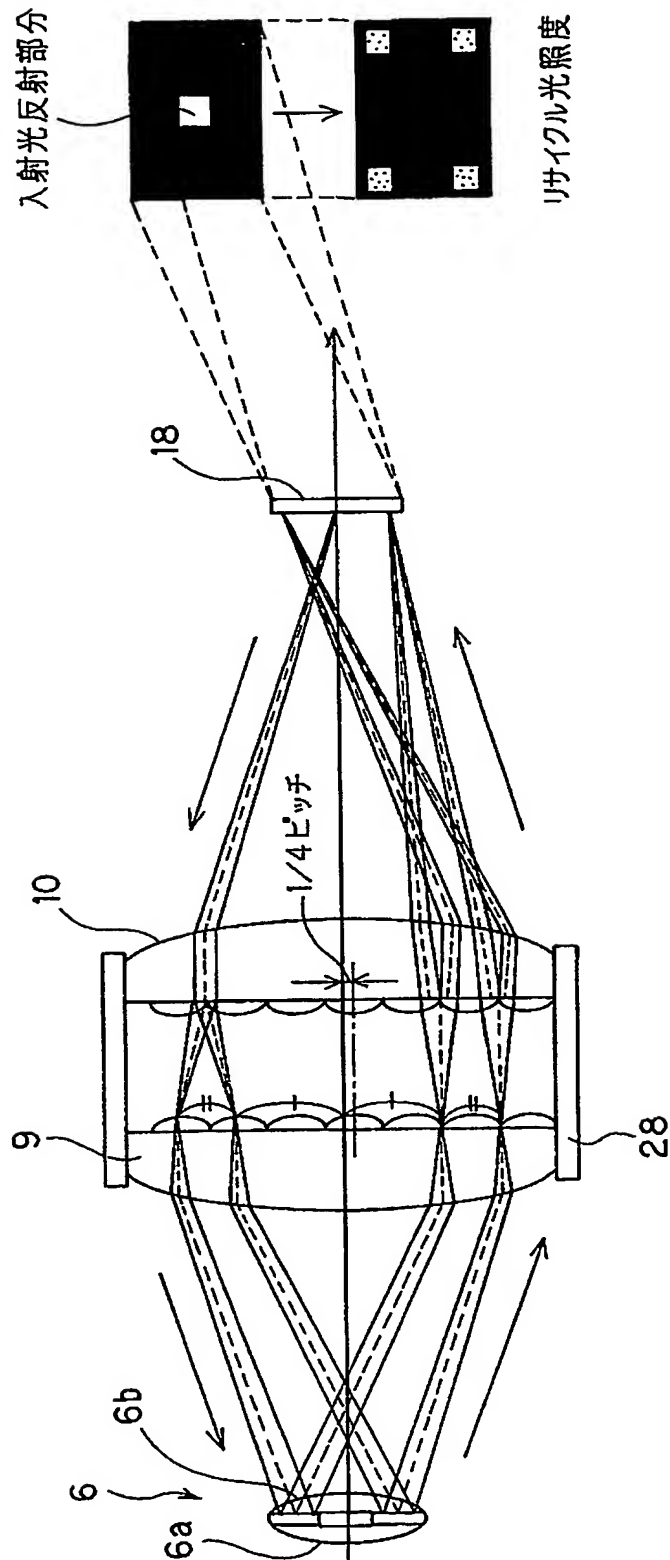
【図38】



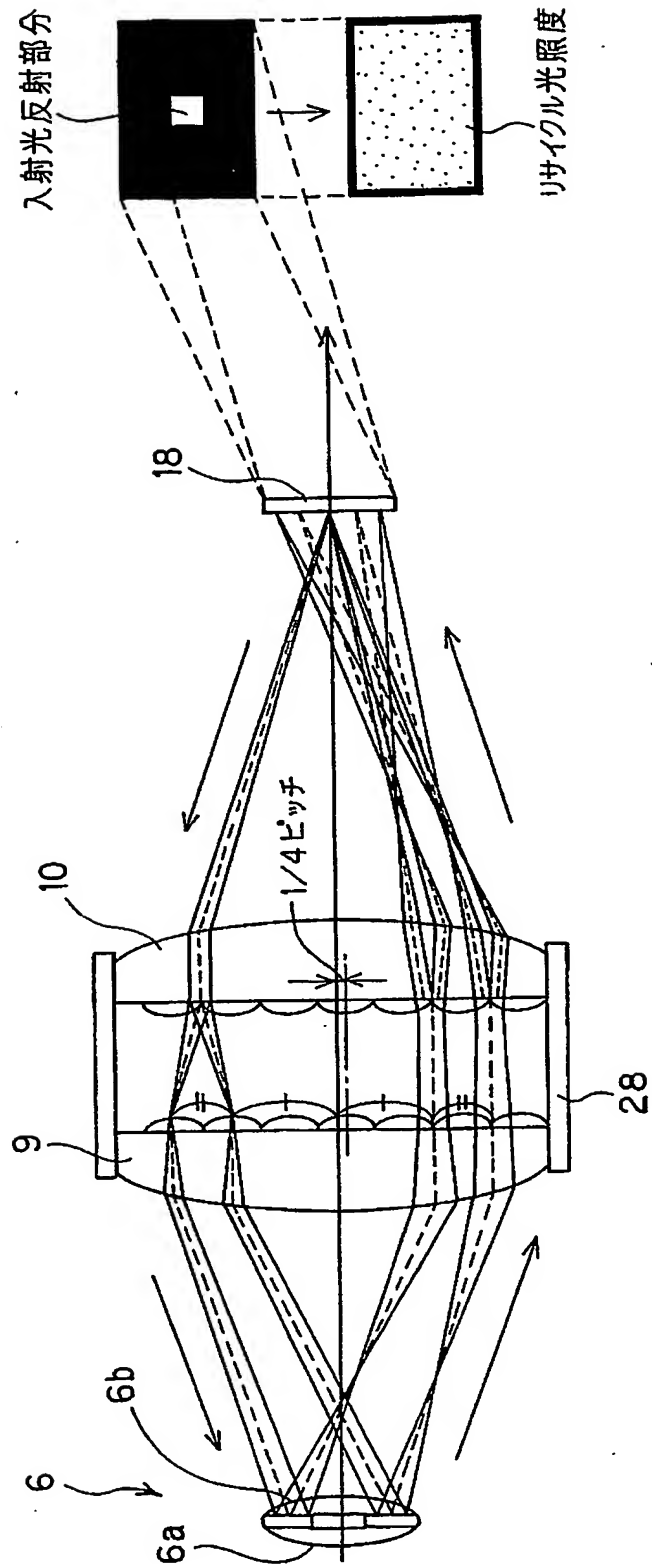
【図39】



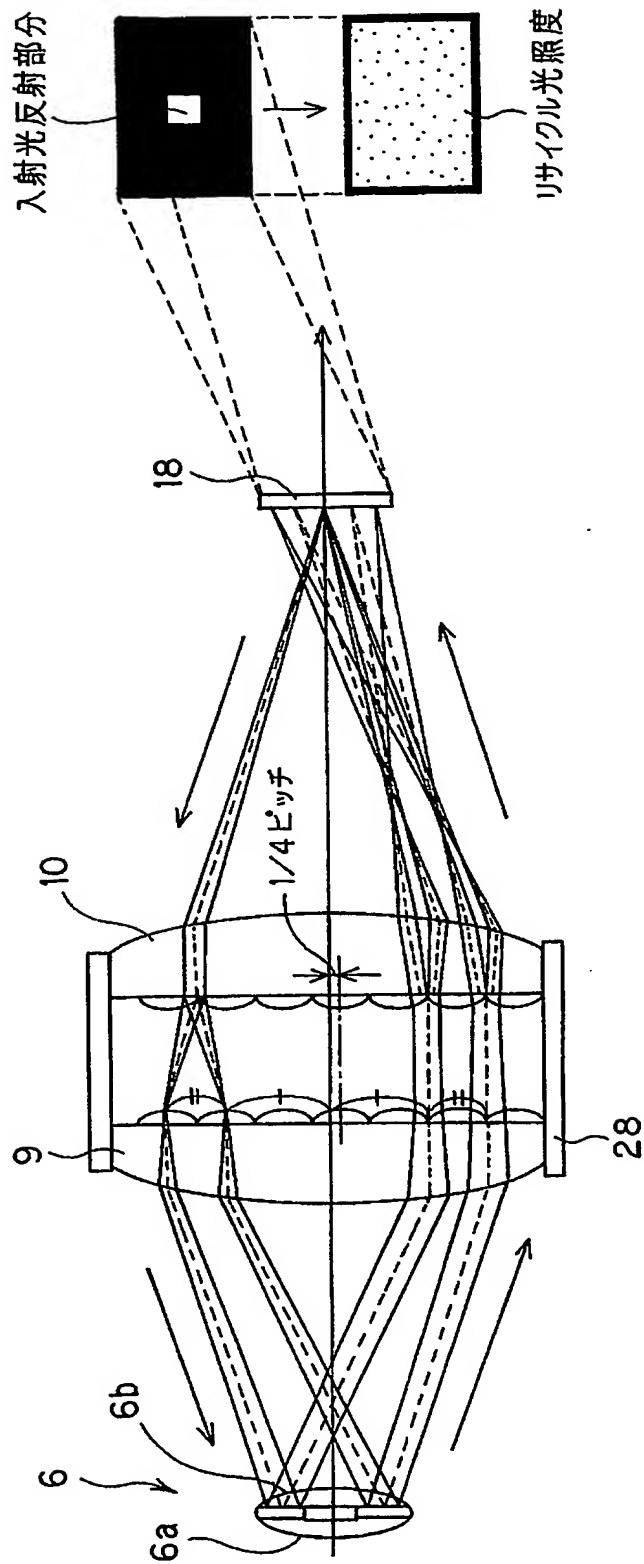
【図40】



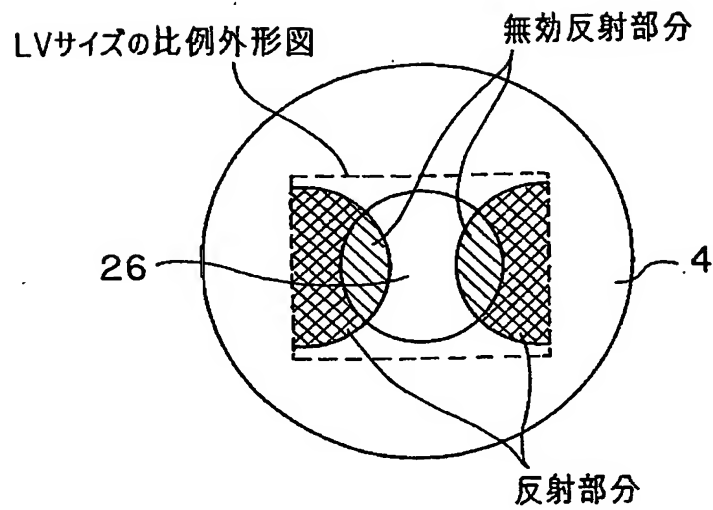
【図 4 1】



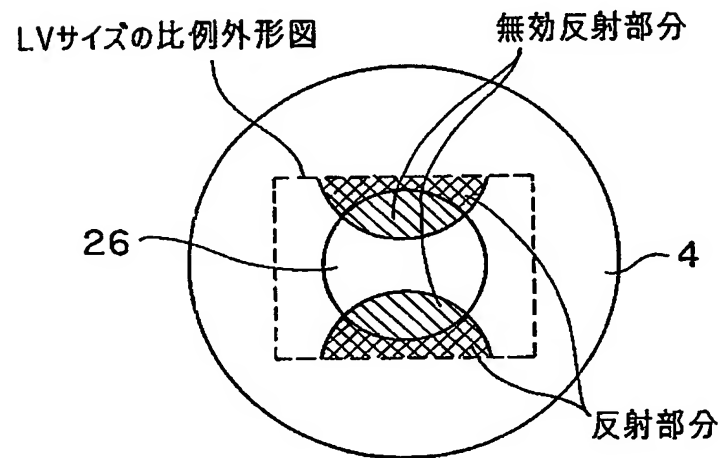
【図 4 2】



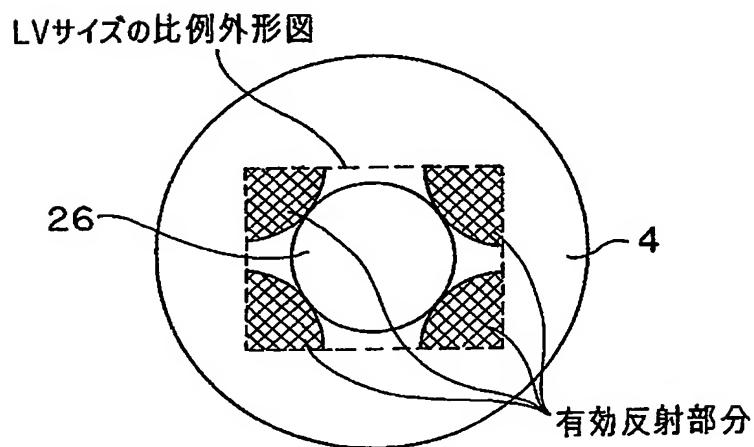
【図 4 3】



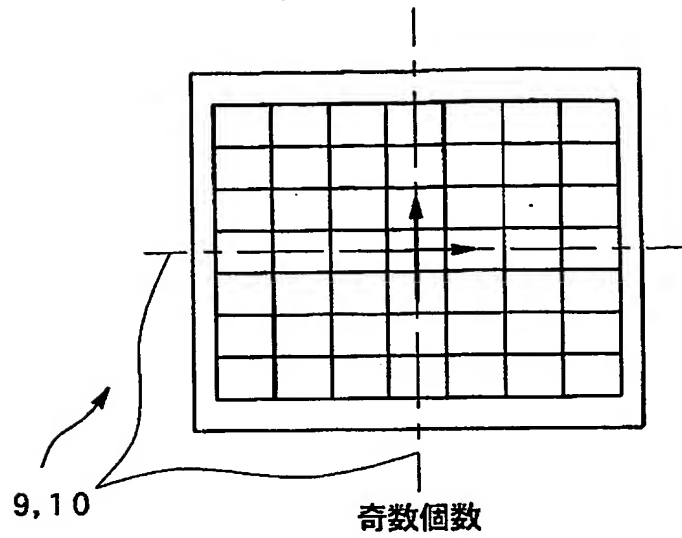
【図 4 4】



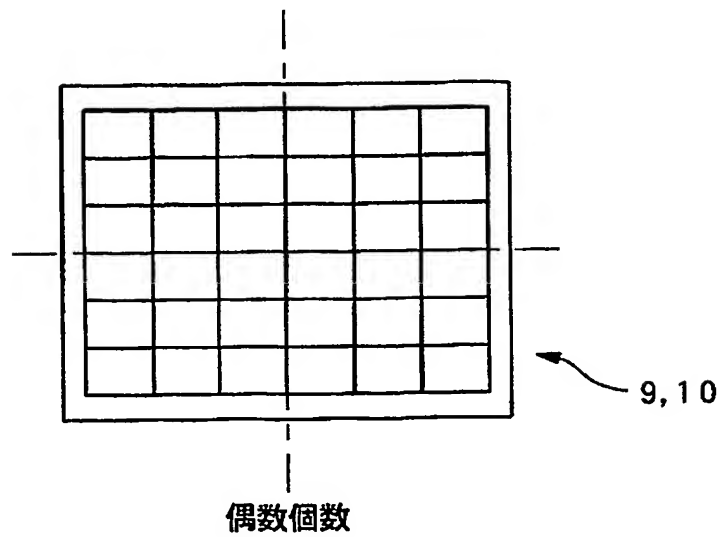
【図 4 5】



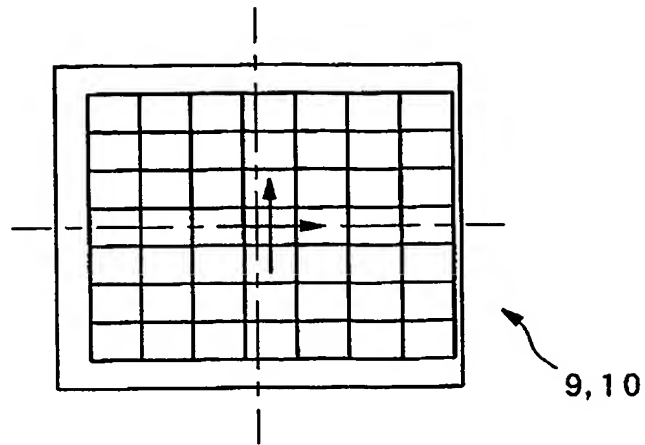
【図 4 6】



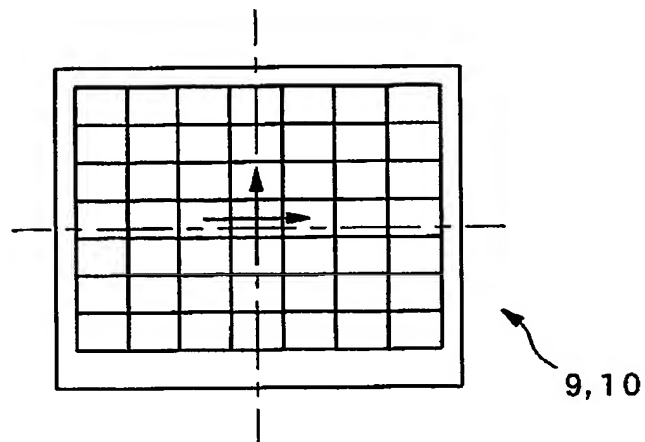
【図 4 7】



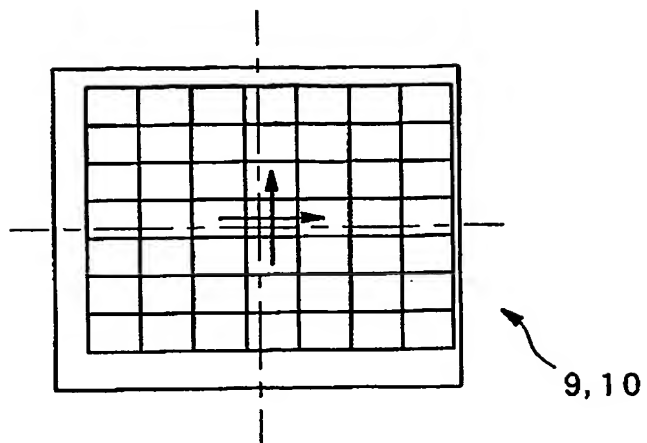
【図 4 8】



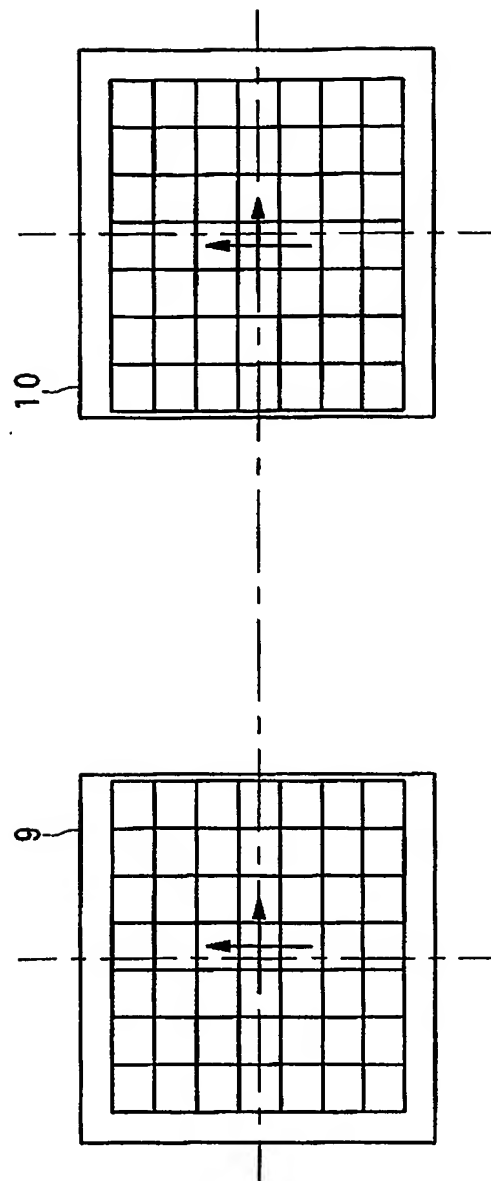
【図 4 9】



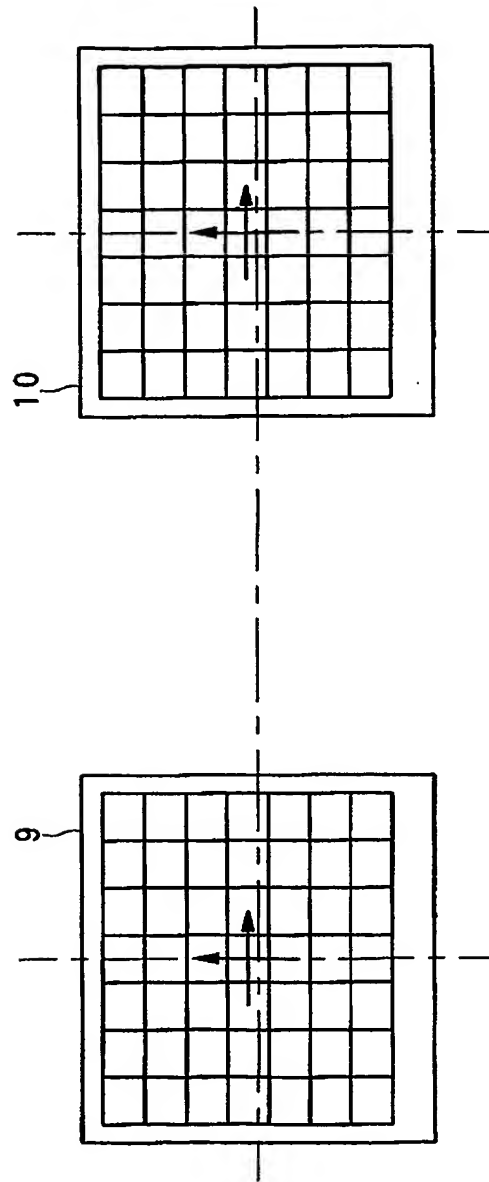
【図50】



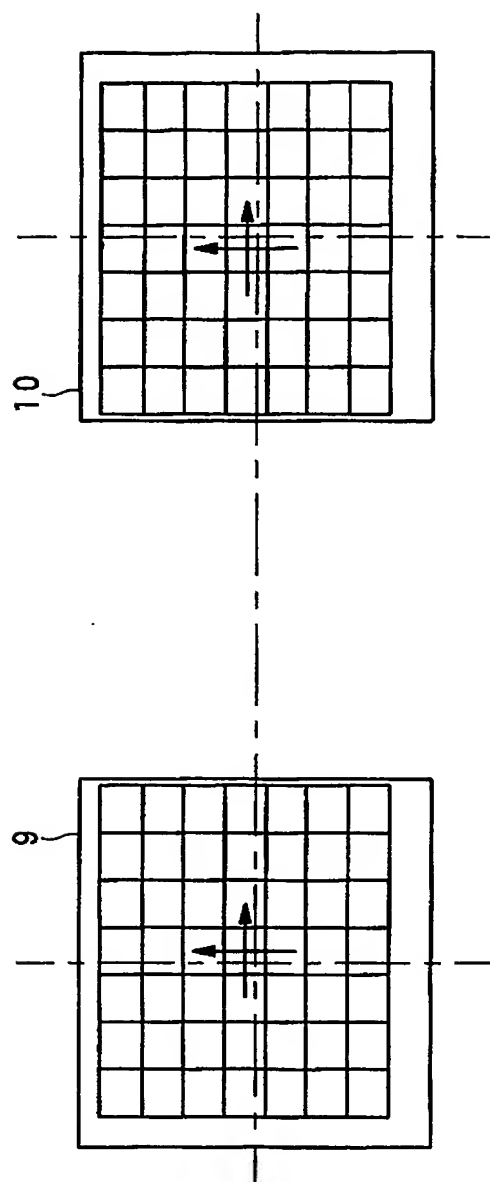
【図51】



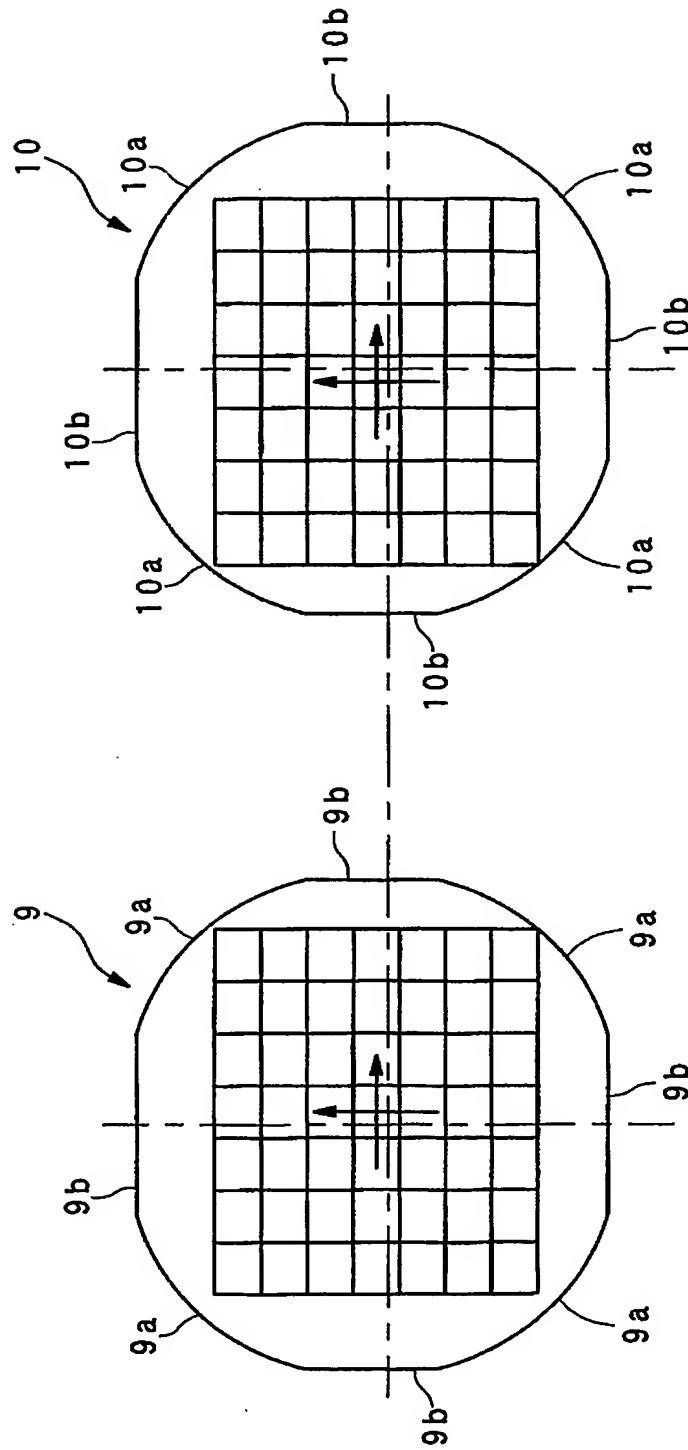
【図 5 2】



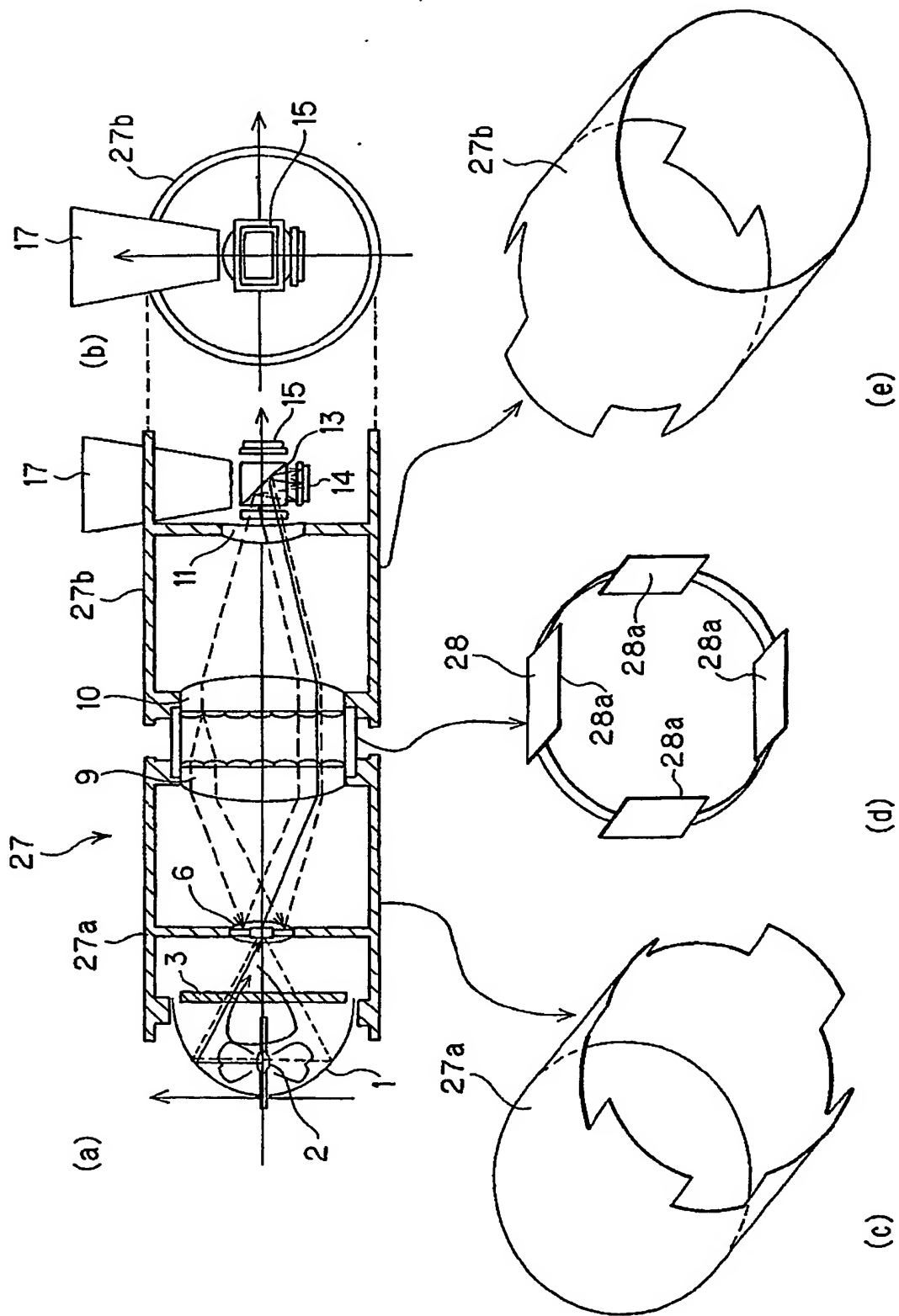
【図 53】



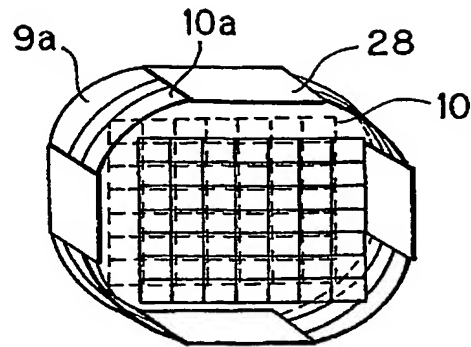
【図54】



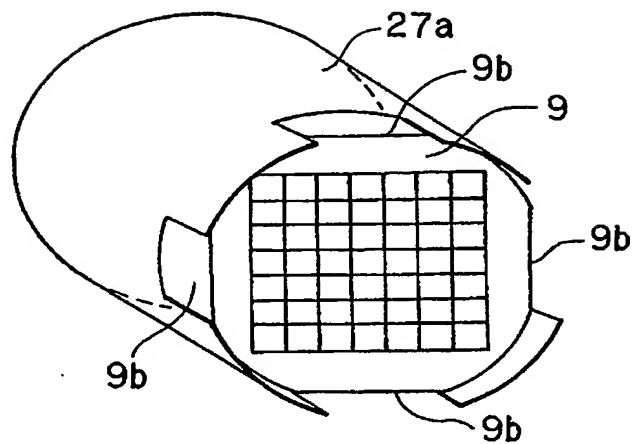
【図 55】



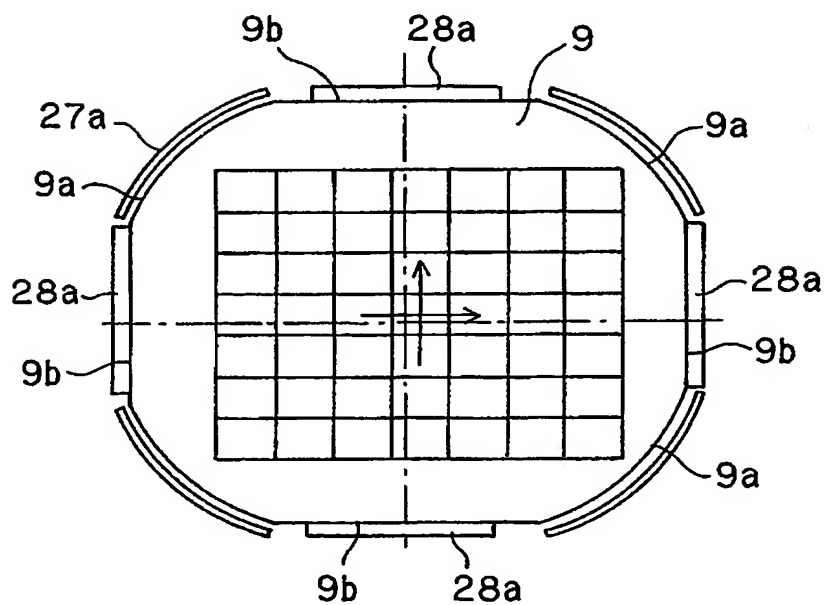
【図 56】



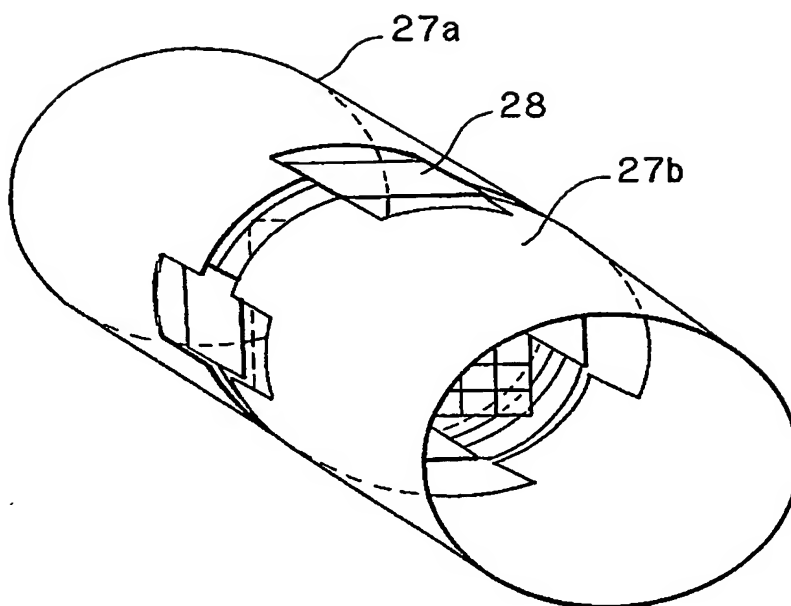
【図 57】



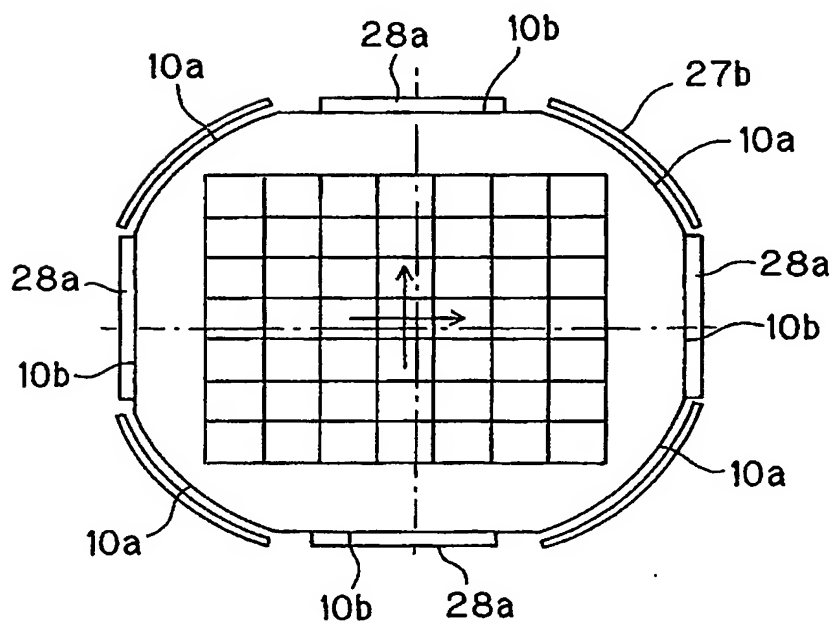
【図 58】



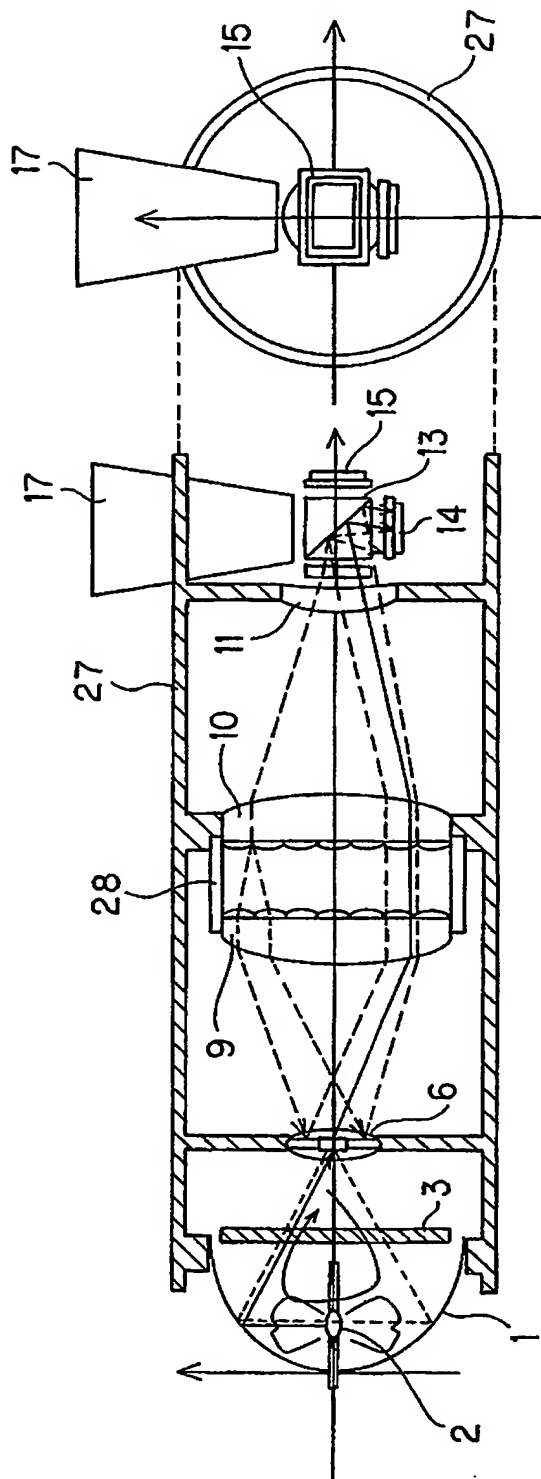
【図 59】



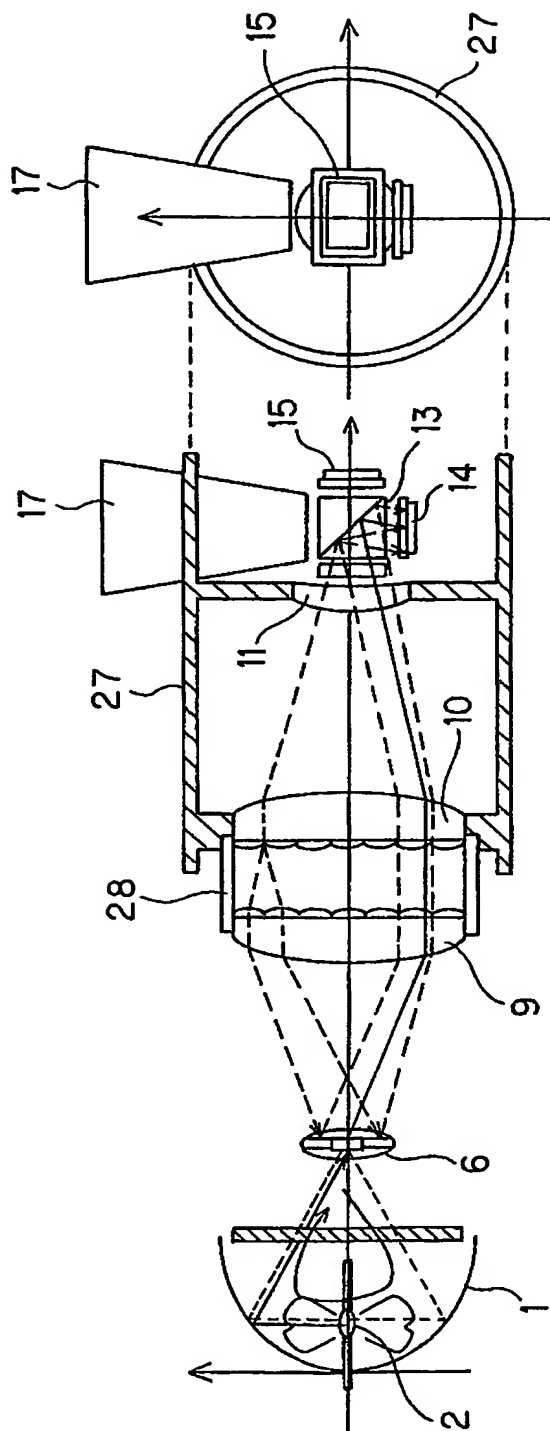
【図 60】



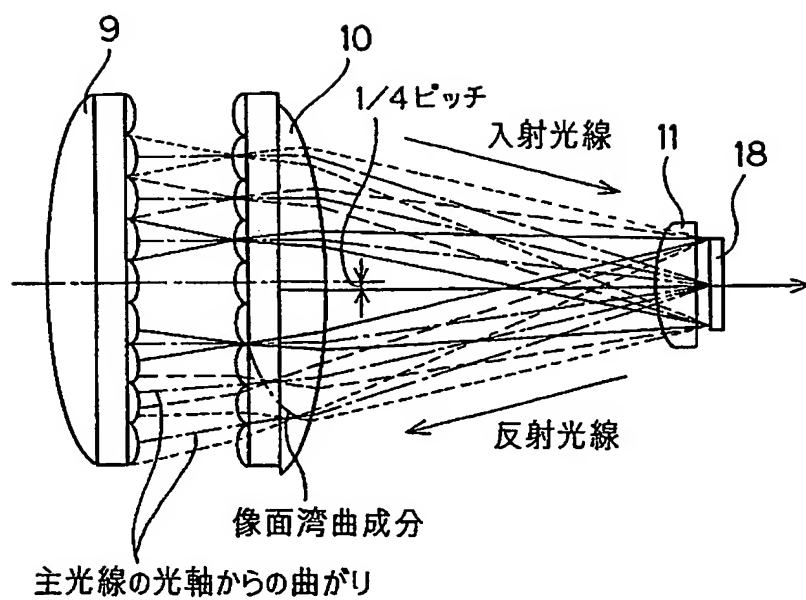
【図 61】



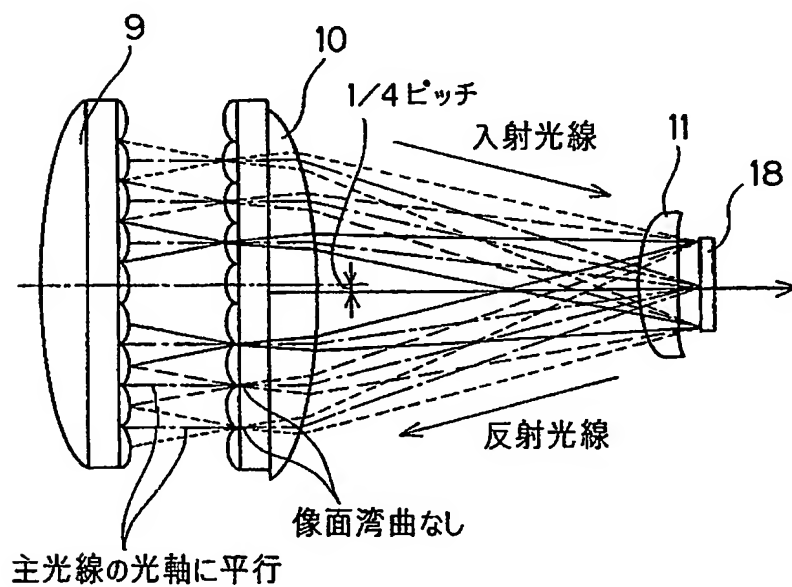
【図 6 2】



【図 6 3】



【図 6 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 非発光の反射型空間光変調素子と、反射型空間光変調素子を照明する照明装置と、投射レンズとを備えた画像表示装置において、構成の複雑化や製造の煩雑化を招来することなく、照明光の利用効率を向上させる。

【解決手段】 光源 2 からの光は、第 1 及び第 2 のフライアイインテグレータ 9, 10 を経て反射型空間光変調素子 14, 15 を照明する。変調されなかった不要光は反射型空間光変調素子 14, 15 で反射され、さらに反射板 4 によって反射され再利用される。フライアイインテグレータ 9, 10 が光軸に対してずらされていることにより、光の利用効率が向上し、照明ムラが防止される。

【選択図】 図 1

特願 2002-363070

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社